Aurel SĂRĂCIN

RIDICĂRI TOPOGRAFICE SPECIALE

Bucuresti 2008

PREFAȚĂ

Denumirea lucrării, ***Ridicări Topografice Speciale***, şi conținutul său încearcă să atingă câteva teme, enumerând şi explicând aspecte deosebite specifice altele decât cele întâlnite la lucrările topografice obişnuite. Bazându-ne şi complectând informațiile primite la discipline anterior studiate, lucrarea se adresează studenților din anii mari ai specializărilor măsurători terestre, geodezie, cadastru, precum şi absolvenților din diversele domenii ale construcțiilor.

Parcurgerea acestei lucrări şi însuşirea unor noțiuni, metode şi proceduri sporeşte competențele inginerului sau viitorului inginer pentru următoarele teme: determinarea poziției şi adâncimii de pozare a rețelelor edilitare şi tehnice; lucrările specifice topo-geodezice în vederea proiectării şi realizării unui aeroport; abordarea de specialitate a construcției şi exploatării unui tunel realizat cu scutul de săpare (proiectarea, realizarea şi exploatarea rețelelor de sprijin – de suprafață, de legătură, de dirijare; urmarirea deformațiilor); specificul lucrărilor topo-geodezice pentru drumuri şi în special pentru cadastrul drumurilor; specificul lucrărilor topo-geodezice pentru căile ferate (CF): în zona stațiilor, între stații CF şi în mod special pentru curbele de CF; probleme de calcul al volumelor de terasamente; caracteristicile lucrărilor topo-geodezice pentru zonele văilor râurilor, bazinelor hidrografice şi zonele litorale, în scopul studiilor de reamenajare, studii de inundabilitate, studii hidrologice, cadastrul apelor, etc.

Aceasta carte, care este ceruta de studenți ca ”note de curs”, este un material informativ sintetic, dar cursiv cu foarte multe referiri, exemple şi imagini, bazată pe ideea timpului limitat de studiu al celor interesați, temele ne fiind dezvoltate în totalitate, putând suporta îmbunătățiri şi extinderi într-o nouă ediție, în contextul alocării unui număr mai mare de ore de studiu pentru această disciplină în viitoarele planuri de învățământ.

AUTORUL

CUPRINS

1. Ridicarea rețelelor subterane tehnice şi edilitare existente în localități, incinte industriale, porturi, aeroporturi, etc. 1
1.1. Procedee directe 1
1.2. Procedee indirecte 3
1.2.1. Sistemul de Investigare Radar RIS – 2 K 5
- dedicate retelelor edilitare
- dedicate straturilor asfaltice pentru drumuri
- dedicate caii ferata
1.2.2. Sistemul Ground Penetrating Radar SIR 3000 8
2. Lucrări topografice pentru proiectarea şi construcția aeroporturilor 10
2.1. Lucrări topografice la proiectarea aeroporturilor 11
2.1.1. Rețeaua de sprijin topo-geodezică 12
2.1.2. Ridicarea topografică a terenului pe care este proiectat aeroportul 13
3. Rețele topo-geodezice pentru tunele de circulație 15
3.1. Rețeaua de sprijin geodezică pentru tunele 16
3.2. Rețeaua de apropiere sau de legătură 17
3.3. Rețeaua subterană de dirijare 18
3.4. Deformațiile terenului în jurul unui tunel executat cu scutul 21
4. Lucrări topografice pentru realizarea cadastrului drumurilor 23
4.1. Conținutul lucrărilor şi cerințele tehnice 23
4.2. Procesele verbale de delimitare a vecinătăților 30
4.3. Documentația cadastrală pentru terenurile AND şi DRDP 30
5. Ridicări topografice la construcțiile în transporturi feroviare (gări, triaje, poduri, tunele) 31
5.1. Ridicarea stațiilor şi nodurilor de cale ferată 31
5.1.1. Rețeaua geodezică a stațiilor 32
5.1.2. Trasarea pichetajului 32
5.1.3. Nivelmentul longitudinal al căii principale 33
5.1.4. Ridicarea detaliilor stației 33
5.1.5. Ridicarea profilelor transversale 34
5.1.6. Ridicarea ansamblului liniilor unui triaj 34
5.1.7. Măsurarea distanțelor gabaritice 35
5.1.8. Ridicarea lucrărilor de artă şi a apeductelor 35
5.1.9. Ridicarea intersecțiilor cu liniile electrice şi de comunicație 36
5.1.10. Ridicarea rețelelor de comunicație subterane 37
5.1.11. Ridicarea terenului limitrof stației 37
5.1.12. Documentațiile de teren 37
5.2. Ridicarea căilor ferate 37
5.3. Întocmirea planurilor căilor ferate, stațiilor şi haltelor 38
5.4. Ridicarea curbelor de cale ferată 39
5.4.1. Ridicarea curbelor prin procedeul măsurării săgeților curburii 41
5.4.2. Ridicarea curbelor CF prin procedeul diferențelor de evolute (autor HONIKBERG) 42
5.4.3. Ridicarea curbelor din puncte de drumuire 43
5.4.4. Ridicarea curbelor prin procedeul secantelor 44
5.4.5. Procedeul lui LUTZ de ridicare a curbelor 44

5.4.6. Cazuri particulare de ridicare a curbelor 45
5.4.7. Determinarea analitică a elementelor curbei din coordonate 47
5.4.8. Ridicarea curbelor CF utilizând staţii totale 48
5.5. Utilizarea vagoanelor de masurat calea 49
6.Calculul volumului de terasamente 51
6.1. Calculul volumelor folosind curbele de nivel de pe hărţi (metoda fâşiilor orizontale) 51
6.2. Calculul volumelor digurilor şi canalelor 51
7.Ridicarea topografică a văii râurilor, bazinului hidrografic, a zonei lacului şi litoralului maritim 54
7.1. Ridicarea topografică a văii râurilor 54
7.1.1. Reţeaua de sprijin 54
7.1.2. Ridicarea detaliilor planimetrice şi altimetrice 55
7.1.3. Nivelmentul longitudinal şi transversal 56
- Nivelmentul longitudinal
- Nivelmentul transversal
- Transmiterea cotelor peste ape
7.2. Ridicarea topografică a bazinelor hidrografice 60
7.3. Ridicarea lacurilor şi a litoralului maritim 60
8.Lucrări topografice necesare studiilor hidrologice 62
8.1. Măsurători topografice în zona posturilor hidrometrice 62
8.1.1. Nivelmentul la instalarea postului hidrometric 62
- Pe piloţi
- Cu mire hidrometrice
8.1.2. Determinarea cotei nivelului apei, pe baza observaţiilor din posturile hidrometrice 64
8.1.3. Trasarea pe teren a liniei de vizare hidrometrică 64
8.1.4. Determinarea direcţiei curentului apei 65
8.2. Măsurarea adâncimii albiei râurilor, lacurilor şi litoralului maritim 66
8.2.1. Măsurarea adâncimilor pe râuri şi fluvii 66
- Dispozitive pentru măsurarea adâncimilor
8.2.2. Determinarea adâncimilor în zone costiere 69
- Tipuri de sonare
8.2.3. Determinarea poziţiei planimetrice a punctelor de sondaj 71
8.2.4. Reducerea adâncimilor măsurate la un singur nivel convenţional (N_c) al apelor 72
8.3. Întocmirea planurilor hidrografice 72
- Planul cu curbe batimetrice
- Întocmirea profilului longitudinal al râului
9.Lucrări topografice pentru cadastrul apelor 75
9.1. Conţinutul lucrărilor topografice 76
9.1.1. Stabilirea amplasamentelor bornelor din axul cadastral 76
9.1.2. Realizarea sistemului de referinţă 76
- Ax cadastral
9.1.3. Întocmirea planurilor şi hărţilor cadastrale 76
Aplicaţia 1 77
Aplicaţia 2 81
Aplicaţia 3 87
Bibliografie 91

1. Ridicarea rețelelor subterane tehnice şi edilitare existente în localități, incinte industriale, porturi, aeroporturi, etc.

Pentru realizarea unui cadastru modern de specialitate sau general, este strict necesară determinarea poziției în plan şi înălțime a diverselor rețele tehnice şi edilitare din subteran.

Scopul acestor ridicări este determinarea traseului în plan şi în profil, secțiunilor transversale ale căminelor de racordare, tipul rețelei, adâncimea, diametrul secțiunii, materialul de confecționare, etc.

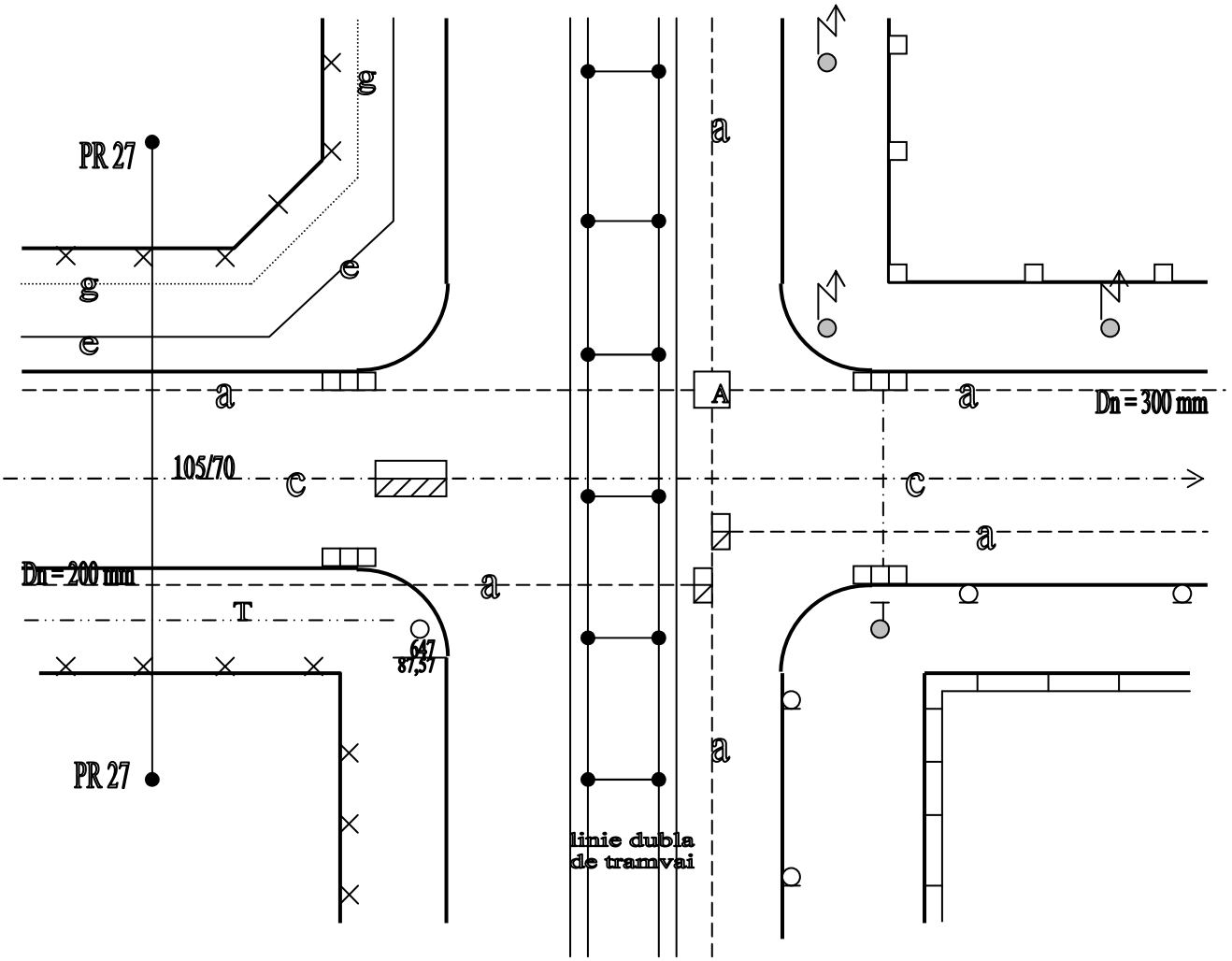
Poziția axelor rețelelor subterane se face în raport cu bazele de ridicare planimetrică şi altimetrică din zona respectivă.

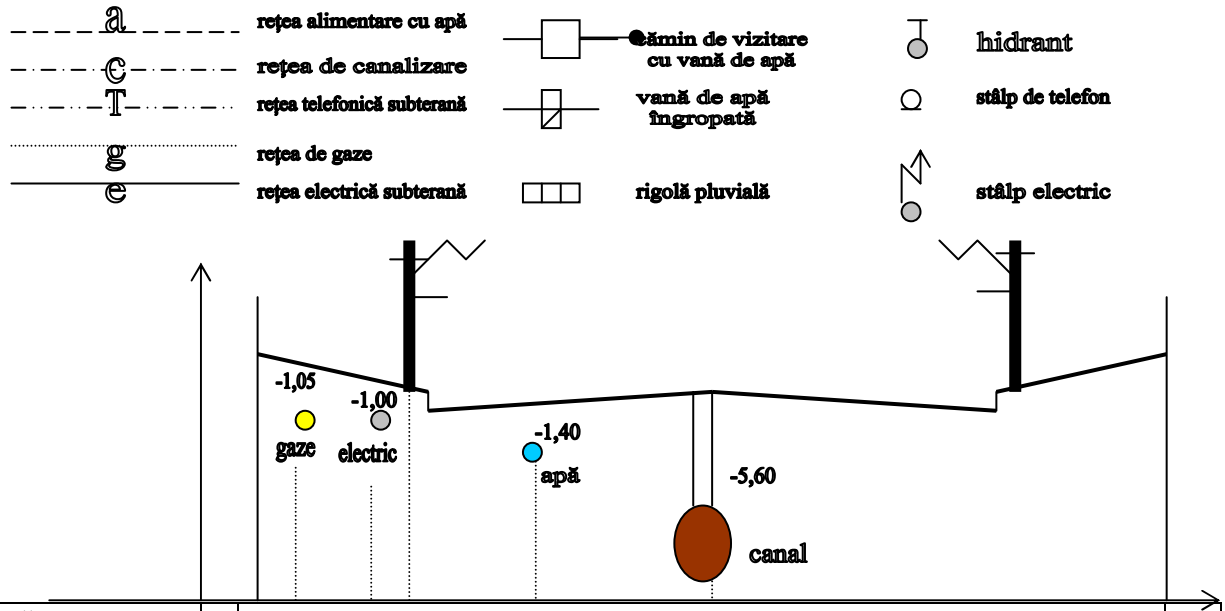
Pentru aceasta se practică mai multe procedee, aplicabile în diferite situații concrete de teren, clasificate în procedee directe şi indirecte.

1.1. Procedee directe

a) Prin măsurători topografice clasice sau cu stații totale în timpul execuției, înainte de acoperirea şanțurilor. Măsurătorile topografice se înscriu în toleranțele de bază ale scărilor utilizate.
b) Tot ca procedee directe se prezintă şi determinările de rețele subterane care au elemente constructive la suprafață (cămine de vizitare, aerisiri, ieşiri, etc.) şi în subteran (radiere, console, vane, etc.), care permit stabilirea poziției traseului şi a cotelor acestor elemente prin metode clasice.

Prin aceste procedee directe interesează determinarea planimetrică a centrelor capacelor căminelor de vizitare, a punctelor de schimbare a direcției traseului rețelei respective, prizele abonaților, etc., iar altimetric, cota capacului căminului de vizitare, cotele radierilor rețelei în cămine, prin nivelment geometric.

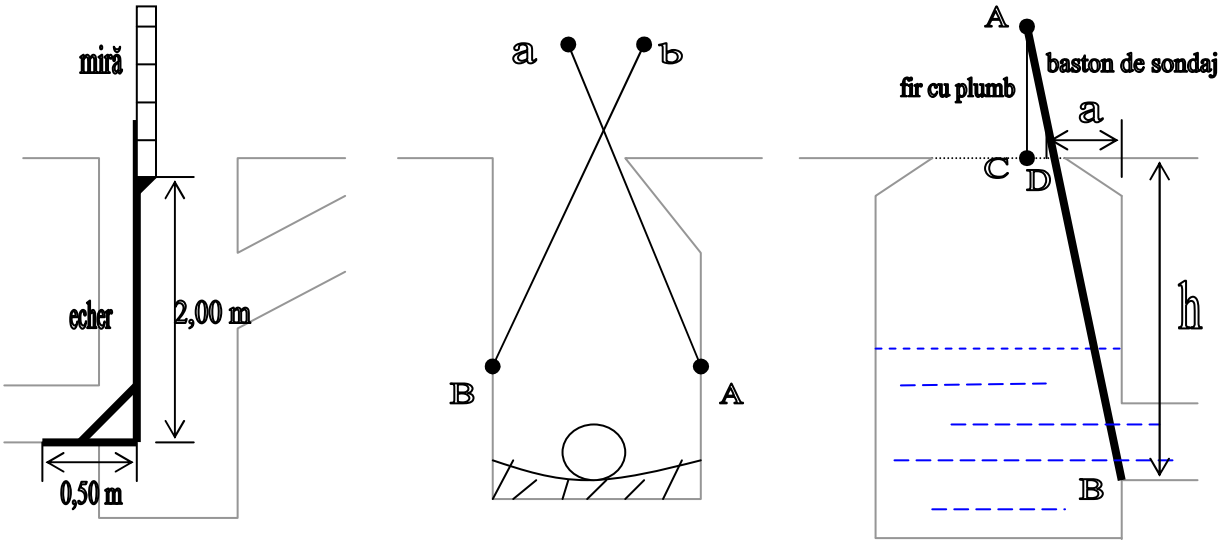




Număr punct						
Descriere punct		St.				
Cota la suprafață		87,70	87,65	87,60	87,60	
Cota în subteran		86,65	86,65	86,20	82,00	
Tip rețea subterană		GN	el	apă	canal	
Caracteristici ø		200		300	105/70	
Distanțe parțiale		1,10	1,40	3,20	6,10	
Distanțe cumulate		1,10	2,50	5,70	11,80	

Adâncimile în căminele de vizitare se raportează la cota capacului căminului respectiv.
Ridicarea altimetrică a radierilor şi jgheaburilor canalelor se poate face folosind:

- mire de nivelment (la adâncimi mici)
- echere speciale (la adâncimi mari)



Determinarea unor caracteristici constructive ale căminelor de vizitare.

Compasul de reducție: $\frac{\mathbf{ab}}{\mathbf{Ab}} = \frac{1}{2}$

Determinarea adâncimilor din căminele de canalizare folosind bastonul de sondaj metalic divizat în decimetri având lungimile de 3÷5 m.

- se măsoară AD $\mathbf{BD = L - AD = L}$

$$\mathbf{a} = \frac{\mathbf{BD}}{\mathbf{AD}} \cdot \mathbf{CD}$$

- se măsoară CD cu o ruletă $\mathbf{h} = \sqrt{\mathbf{l}^2 - \mathbf{a}^2}$ sau

$$\mathbf{h} = \mathbf{l} - \Delta\mathbf{l} = \mathbf{l} - \frac{\mathbf{a}^2}{2\mathbf{l}}$$

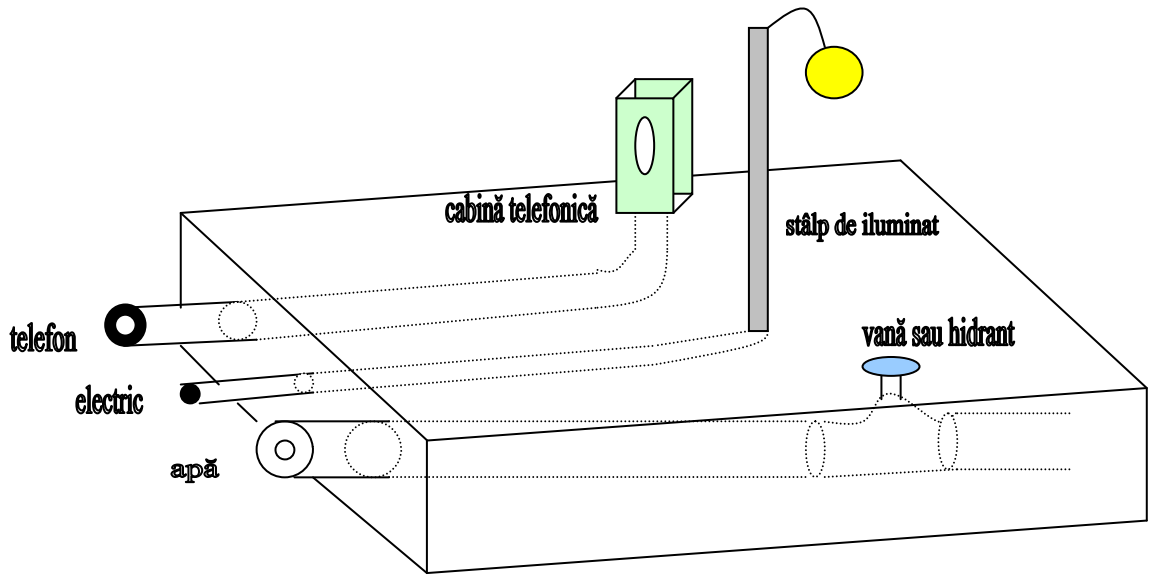
$\frac{\mathbf{a}^2}{2\mathbf{l}}$ = corecția de reducție datorată înclinării bastonului

1.2. Procedee indirecte

Aceste procedee se utilizează când rețelele tehnico–edilitare subterane nu au cămine de vizitare sau acestea sunt foarte rare şi nu se pot stabili exact traseele.

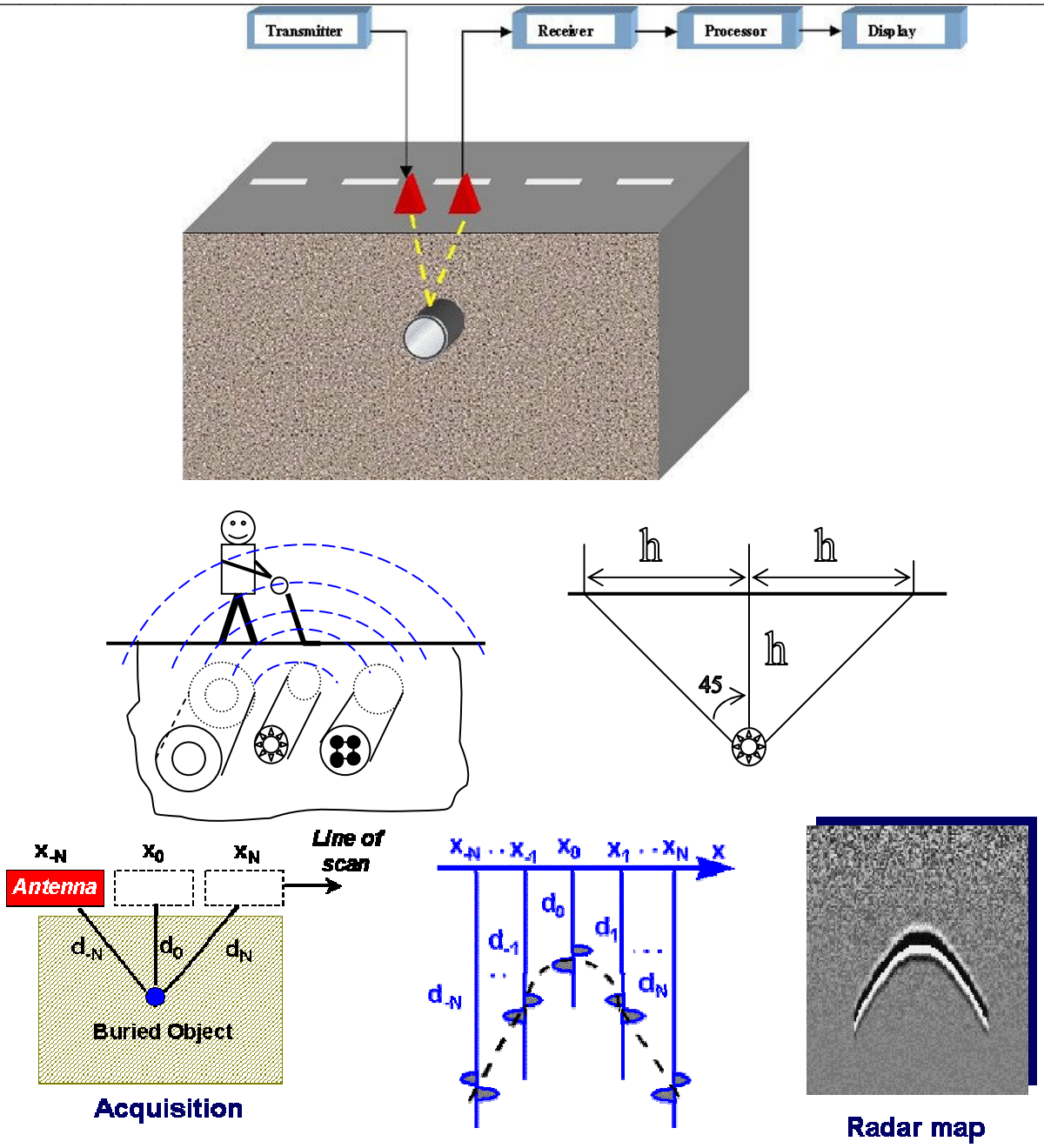
a) procedeul fotogrammetric: se marchează toate capacele căminelor de vizitare, precum şi ieşirile de suprafață ale rețelelor de interes cu mărci speciale de plastic sau cu vopsea contrastantă cu detaliile înconjurătoare, şi se execută zborul pentru ridicare la scară mare 1: 2000; 1: 1000.
b) Procedeul sondajelor: care constă în săparea unor şanțuri adânci perpendicular pe axa rețelei la intervale de 50÷100m. Ajungând să decopertăm rețeaua de interes, prin procedee clasice topografice de ridicare, în raport de baza topografică din zonă se fac măsurătorile necesare întocmirii planurilor şi profilelor.
c) Procedeul ridicării cu detectoare electromagnetice. Aceste detectoare determină poziția planimetrică, adâncimea de pozare a conductelor şi cablurilor care nu au ieşiri la suprafață, cât şi eventualele defecțiuni ale acestora.

Acest procedeu este foarte util când există densitate mare de conducte şi cabluri la diferite adâncimi, pe fâşii înguste de teren.



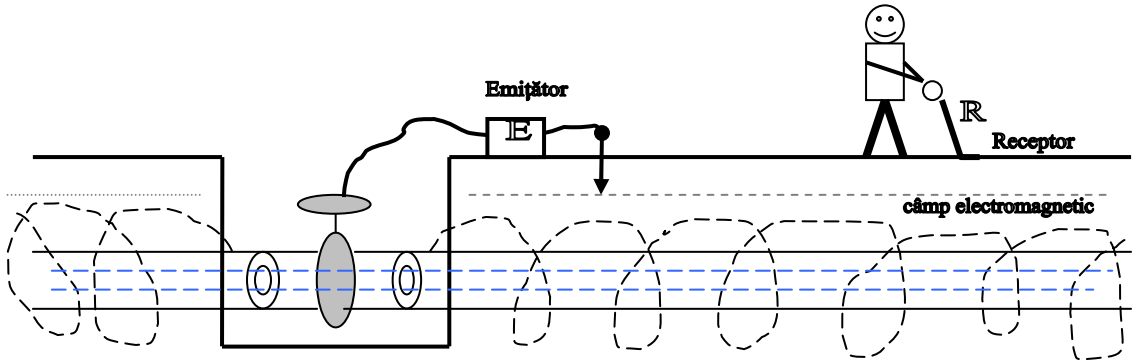
Modul reflexiv de determinare se realizează prin emisie de unde radio şi receptarea semnalului reflectat de către acelaşi dispozitiv.

În funcție de frecvența semnalului reflectat se poate stabili natura conductei sau cablului, iar prin pendulări stânga dreapta în jurul frecvenței maxime se poate stabili şi adâncimea la care se află.

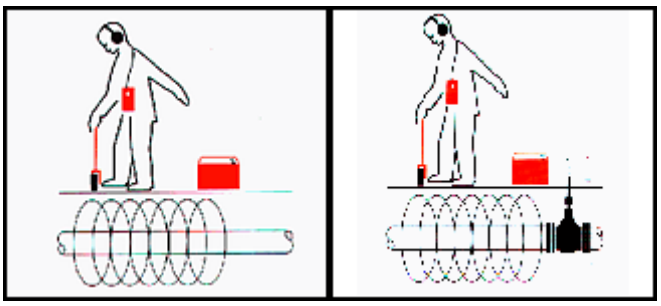


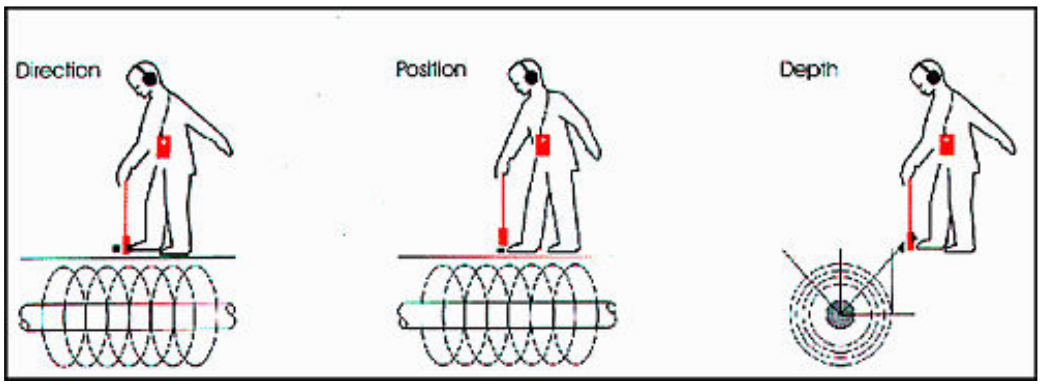
Modul inductiv de determinare presupune două unități:

- Emițătorul care se leagă la conductele metalice într-un cămin de vizitare și
- Receptorul care se deplasează la suprafața solului, cele două unități fiind acordate pe aceeași frecvență, se poate determina exact poziția conductei.



Prin aceste procedee, cu ajutorul detectoarelor electromagnetice, în cazul realizării unor săpături, se poate prospecta suprafața de interes şi se poate stabili tipurile şi pozițiile numeroaselor rețele din subteran şi pot fi evitate distrugerile acestora.





Din prima categorie fac parte sistemele GEORADAR (sistem Ground Penetrating Radar – GPR). Sistemul **georadar** este un instrument de analiza nondistructiva. Echipamentele georadar (GPR) utilizeaza unde electromagnetice pentru a analiza structura materialelor, chiar si pe cea a solului, fără a le afecta caracteristicile fizice, chimice si mecanice.

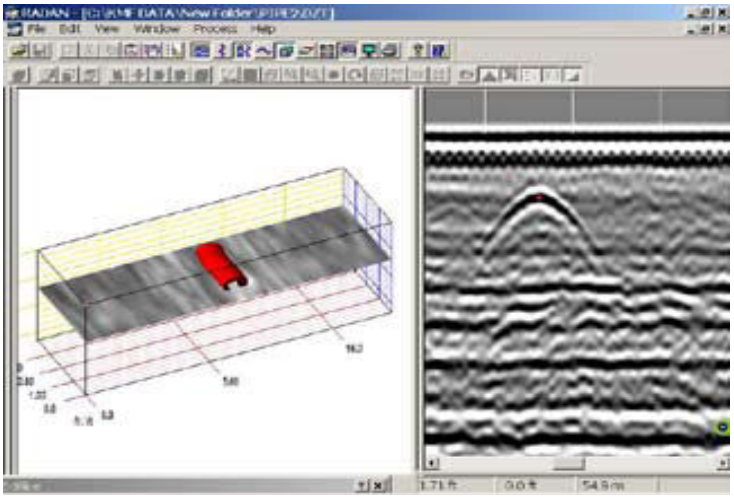
1.2.1. Sistemul de Investigare Radar RIS – 2 K .

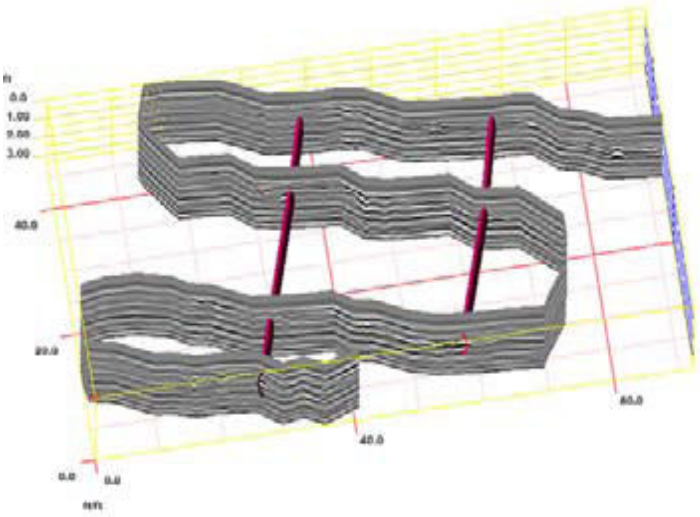
Domenii de aplicabilitate:
- detectarea rețelelor tehnico-edilitare (conducte metalice, de beton sau de plastic, cabluri de telefonie sau electrice, etc.) şi realizarea planurilor tematice ale acestor rețele;
- investigarea infrastructurii cailor de comunicație (drumuri, căi ferate) – verificarea calității execuției drumurilor şi pistelor aeroporturilor nou construite, precum şi depistarea defectelor aparute în urma exploatătii acestora.
- verificarea integrității structurii construcțiilor (fundații, stâlpi, ziduri) şi depistarea cavităților (goluri subterane) aparute pe lângă elementele de construcție, în special în incintele industriale;
- cercetări arheologice, geologice şi hidrogeologice, etc.

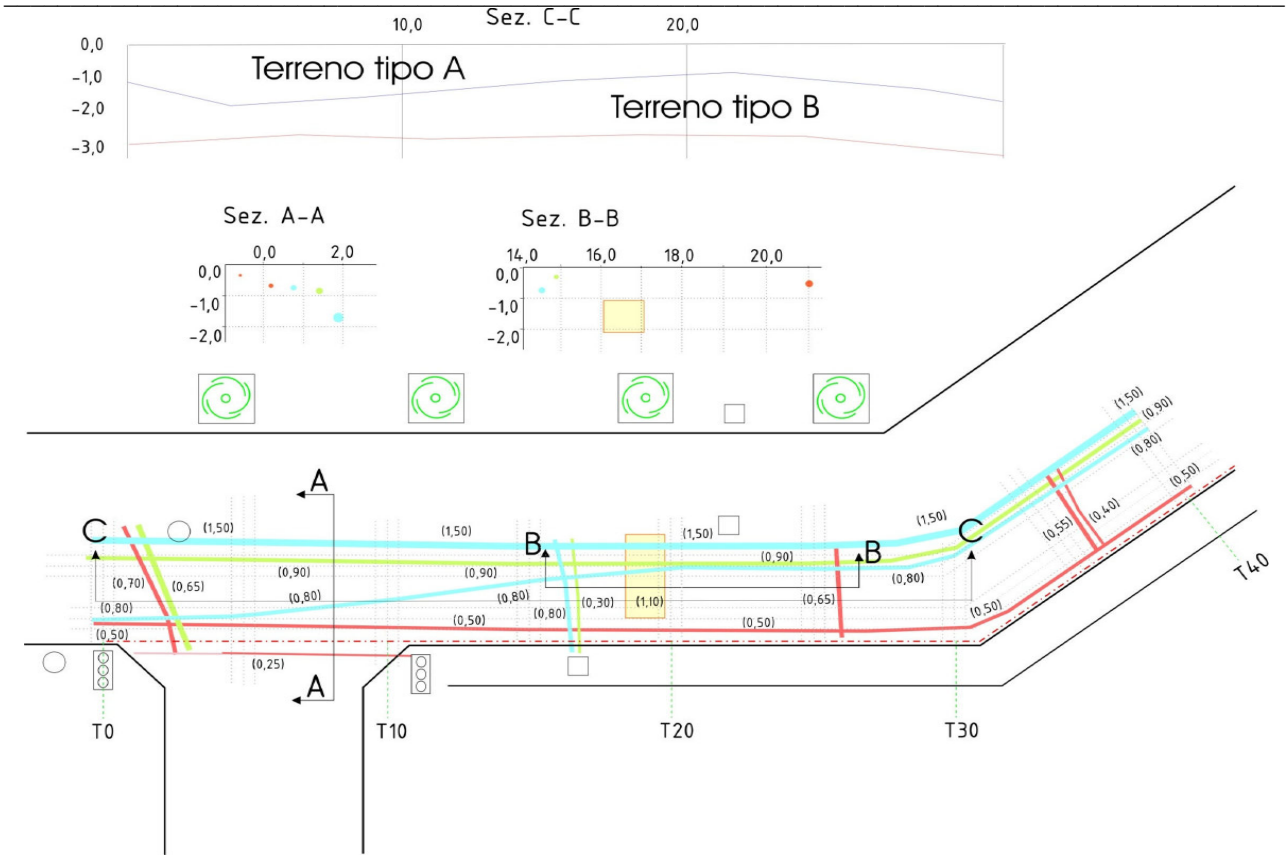
- **Sistem dedicat detectării de rețele edilitare şi clasificărilor solului**

Detectare Utilități, Cartografiere Utilități, Clasificări ale solului
6 antene multifrecvență cu diferite polarizări (600÷200 MHz)
Adâncimea investigării - peste 3 metri (în funcție de compoziția solului)
SOFTWARE COLECTARE DATE: IDSGRASWIN2
SOFTWARE PRELUCRARE DATE: IDSGRED/IN/ROAD, IDSGRED/IN/SUBREM , IDSGEOMAP

RIS







- **RIS utilizat pentru evaluarea stării stratului asfaltic:**

Aplicațiile sistemului GPR pentru a investiga starea suprafețelor asfaltice reprezintă un domeniu de mare interes pentru ingineria civilă, pentru construcțiile de căi de comunicații şi pentru activitatea de întreținere a acestora.

Sistemul RIS are capacitatea de a recunoaşte cele trei straturi principale ce compun suprafața asfaltică (pe o adâncime de 0 - 50 cm cu o precizie mai mare de ± 5 cm):

· Stratul de uzură;

· Binder;

· Balast, fundație.

O altă calitate a sistemului este aceea că recunoaşte orice stratificație sau anomalie prezente între diferitele straturi ale structurii sau în interiorul fundației, pentru a putea evalua starea căii de rulare (asfaltice).

De asemenea, sistemul poate detecta straturile de profunzime (aflate la 1,5m - 2m) cu o precizie mai bună de ± 20 cm.

Totodată detectează cavitățile, acumulările de apă sau straturile de apă freatică şi conductele ce se află pe traseul căii de comunicație investigate.

- **Investigarea terasametului caii ferate prin metoda GPR**

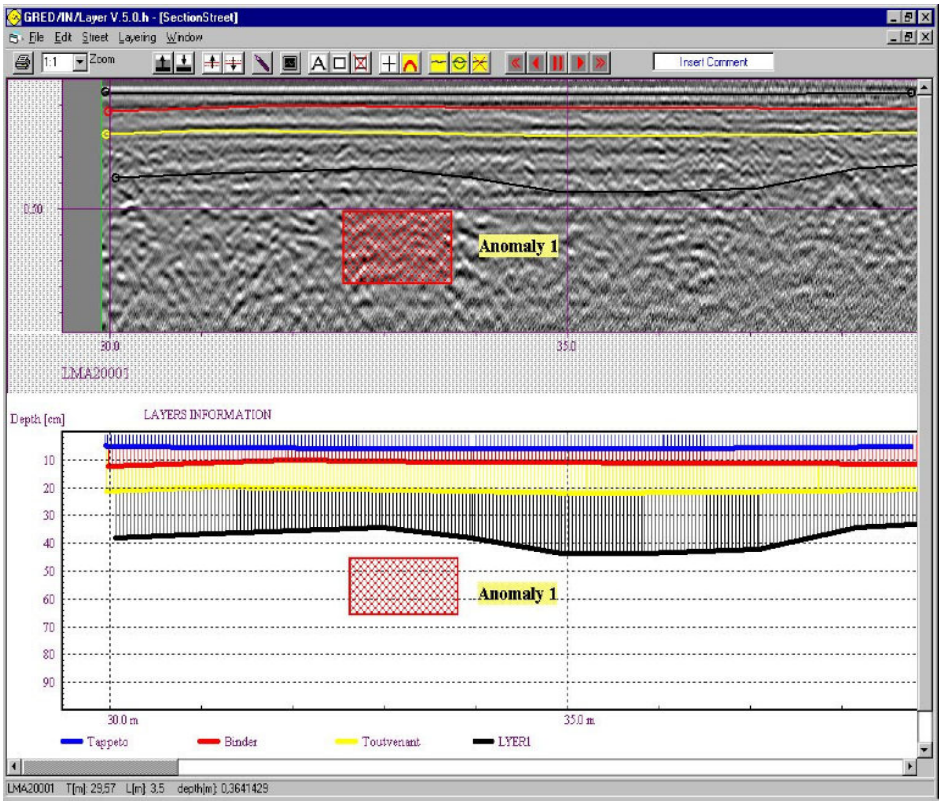
• Sistemul GPR alcatuit special pentru analiza straturilor terasamentului caii ferate furnizeaza informatii importante pentru intretinerea si repararea infrastructurii, astfel încât sa se previna producerea unor dezastre

• Preluarea datelor cu sistemul GPR nu necesita închiderea tronsonului de cale ferata

• Masuratorile se repeta periodic pentru monitorizarea zonelor ce ridica probleme

• Mai mult, alegerea locurilor unde sa vor executa foraje se poate face pe baza informatiilor obtinute cu sistemul GPR

• Rezultatele sunt stocate într-o baza de date si se pot utiliza în proiectele de reabilitare a cai ferate



1.2.2. Sistemul Ground Penetrating Radar SIR 3000

Acest sistem are trei tipuri de antene (400 MHz, 200 MHz şi 100 MHz), program de procesare a datelor RADAN 6.0 şi program avansat de analiză a datelor radar sub platforma Windows RADAN 3D QuickDraw. Sistemul permite investigaţii ale structurilor naturale şi artificial până la adâncimea de 20 m pentru cercetări de geologie, aheologie, mediu.

Performantele acestor sisteme rezulta din utilizarea unor antene de diferite frecvente (grupate in diverse aranjamente) si programe specializate, ce sunt livrate impreuna cu acestea. Rezultatul este concretizat prin realizarea unor imagini tridimensionale ale obiectelor studiate.

2. Lucrări topografice pentru proiectarea şi construcția aeroporturilor

Părțile principale ale unui aeroport sunt: zona de zbor, culoarele aeriene de acces, zona cu clădiri, rețelele edilitare şi căile de acces la aeroport.

Zona cea mai importantă a acestui complex este culoarul principal de zbor, față de care se amplasează, sub diferite unghiuri, culoarele auxiliare şi restul construcțiilor.

Pentru o serie de culoare de zbor (3÷5 culoare) se construiesc piste de rulare cu fundații şi îmbrăcăminte din beton armat, dotate cu amenajări subterane (drenuri).

Pistele au lungimi de 2÷3 km şi lățimi de 80÷150 m.

Pe culoarele aeriene de acces la aeroport se limitează regimul de înălțime al construcțiilor, astfel încât un avion la decolare–aterizare să treacă la minim 10 m peste obstacole.

2.1. Lucrări topografice la proiectarea aeroporturilor

În faza de studii se au în vedere două probleme:
- alegerea terenului care să răspundă condițiilor tehnico–economice specifice unui aeroport;
- pe suprafața de teren aleasă se vor efectua lucrări topografice, prospecțiuni geologice şi hidrogeologice, precum şi observații şi explorări meteorologice.

Pentru proiectarea aeroportului se fac următoarele lucrări topografice:

- trasarea pe teren a direcției proiectate a culoarului aerian principal şi paralel cu acesta, trasarea unei rețele de pătrate cu laturile de 300 sau 400 m (R.T.C);
- ridicarea topografică a zonei aeroportului proiectat şi a zonelor învecinate, la scara 1:5000 cu echidistanța curbelor de nivel E = 0,5÷1,0 m;
- realizarea unei scheme ce conține culoarele aeriene şi obstacolele existente, cărora li se determină prin măsurători înălțimile, cotele sau chiar profilele.

Pe baza P.E. (proiectului de execuție) se mai adaugă, spre realizare:

- baza topo–geodezică pentru ridicarea la scara 1:2000, 1:1000 şi baza pentru aplicarea pe teren a proiectului;
- ridicarea zonei aeroportului la scara 1:2000 cu echidistanța curbelor de nivel E = 0,25÷0,50 m, obținute prin nivelment geometric pe pătrate;
- ridicarea sectoarelor unde sunt proiectate clădiri la scara 1:1000 ÷ 1:500 cu echidistanța curbelor de nivel E = 0,50 m;
- trasarea căilor de acces (şosea, autostradă, CF), a rețelelor edilitare (apă, canal, linii electrice, telefon, etc.).

2.1.1. Rețeaua de sprijin topo-geodezică

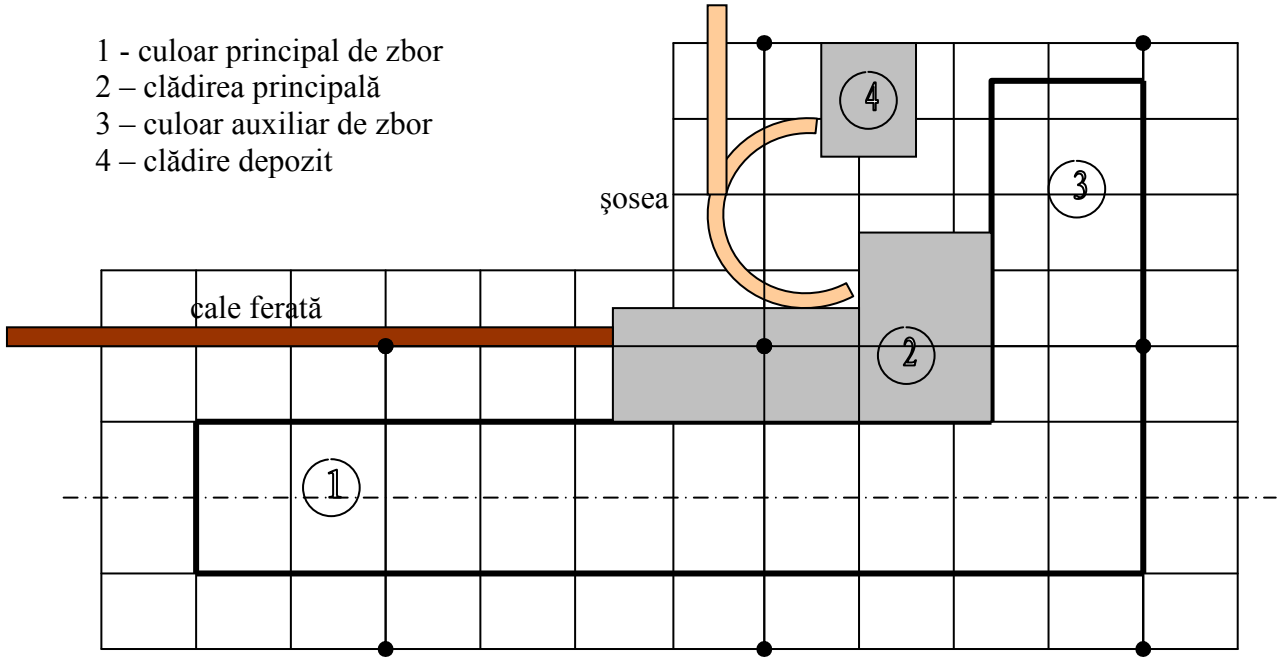
Se realizează în faza de studii pentru a servi la ridicarea topografică, şi pe cât posibil să fie utilizată şi la trasarea elementelor proiectate ale aeroportului.

Rețeaua de sprijin, pentru a putea fi folosită şi la trasare, va fi compusă din punctele ce constituie vârfurile pătratelor rețelei topografice de construcție.

Lucrările încep prin trasarea direcției fâşiei principale de zbor (culoarul aerian principal), care se face cu ajutorul unui teodolit, conform azimutului proiectat, fixându-se puncte din 400 în 400 de metri.

Sprijinindu-se pe aceste puncte, se trasează pe tot terenul rețeaua principală de pătrate cu latura de 400 m, se măsoară apoi toate unghiurile, laturile şi diferențele de nivel între aceste puncte determinându-se coordonatele X, Y, Z (H), pentru toate punctele.

Precizia de determinare a poziției punctelor rețelei în locurile cele mai slabe să fie de ±20 cm, fiind suficientă pentru trasarea pe teren a axelor construcțiilor aeroportului.



Rețeaua planimetrică se poate realiza şi sub forma unei rețele poligonometrice, rețelelor de microtriangulație sau microtrilaterație. Laturile necesare a fi măsurate în aceste rețele se măsoară electrono-optic sau paralactic.

Rețeaua altimetrică are un rol foarte important la proiectarea şi construcția aeroporturilor, cotele bine determinate ale punctelor rețelei de pătrate servesc la proiectarea sistematizării verticale şi la calculul volumelor lucrărilor de terasamente.

Rețeaua altimetrică se proiectează sub forma unor poligoane închise de nivelment geometric de ordinul III, desfăşurată pe aceleaşi puncte cu rețeaua planimetrică. *Şi în acest caz este obligatorie legarea rețelelor planimetrică şi altimetrică la rețelele de stat*.

2.1.2. Ridicarea topografică a terenului pe care este proiectat aeroportul

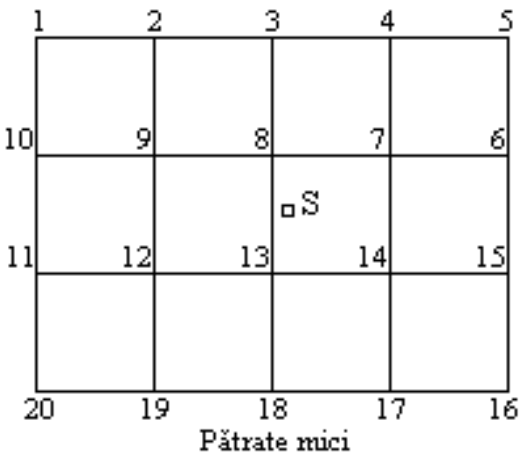
Pentru ridicarea la scara 1:5000 (cu E = 0,5÷1,0 m) pentru proiectare, se foloseşte ca sprijin rețeaua de pătrate cu latura de 400 m, descrisă mai sus. Pentru zonele învecinate se pot dezvolta drumuiri poligonometrice legate de rețeaua de pătrate.

Pentru ridicarea la scara 1:2000 ÷ 1:1000, necesare proiectării construcțiilor, rețelele de pătrate se îndesesc, trasându-se pătrate cu laturile de 40 m, respectiv 20 m.

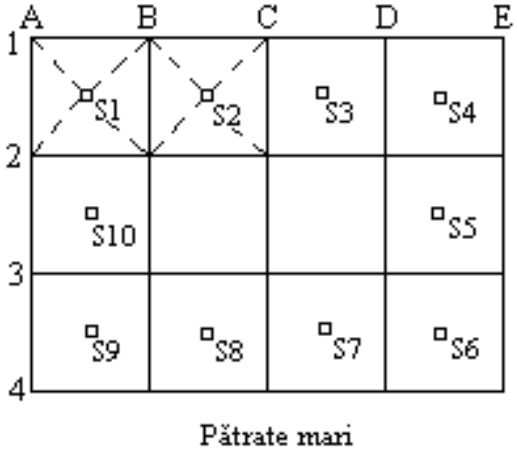
În acelaşi timp cu trasarea rețelei secundare se execută ridicarea detaliilor planimetrice, care se leagă de rețea prin metoda intersecției liniare, coordonate rectangulare sau coordonate polare.

Nivelmentul suprafeței, şi în special al fâşiei de zbor, se face foarte precis şi cu atenție.

Reprezentarea reliefului se face la o echidistanță a curbelor de nivel E = 0,25 ÷ 0,50 m, interpolând cotele punctelor din vârful pătratelor de îndesire şi ale punctelor suplimentare.



Pătrate mici



Pătrate mari

Se acordă o atenție specială pentru eliminarea erorilor sistematice, care se datorează faptului că țăruşii rețelei de pătrate nu se bat la nivelul terenului.

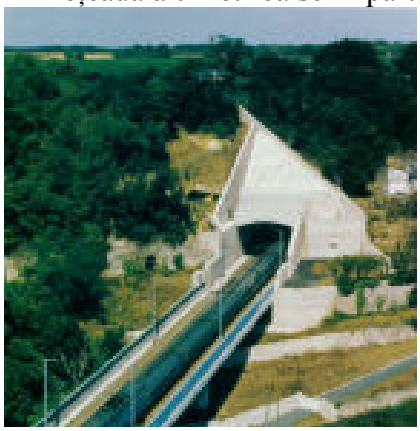
Pe suprafețe mari aceste erori denaturează mult echilibrarea volumelor lucrărilor de terasamente.

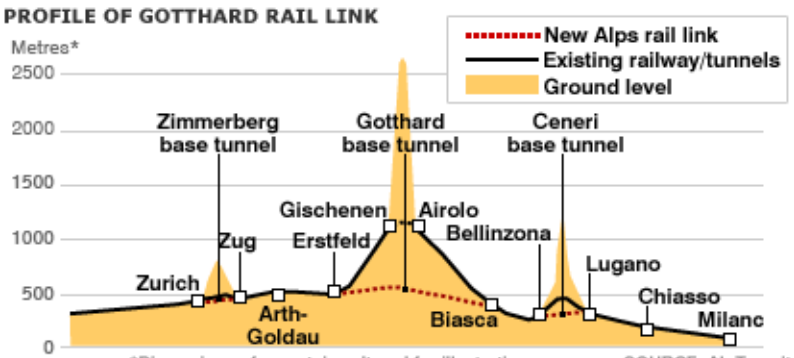
3. Rețele topo-geodezice pentru tunele de circulație

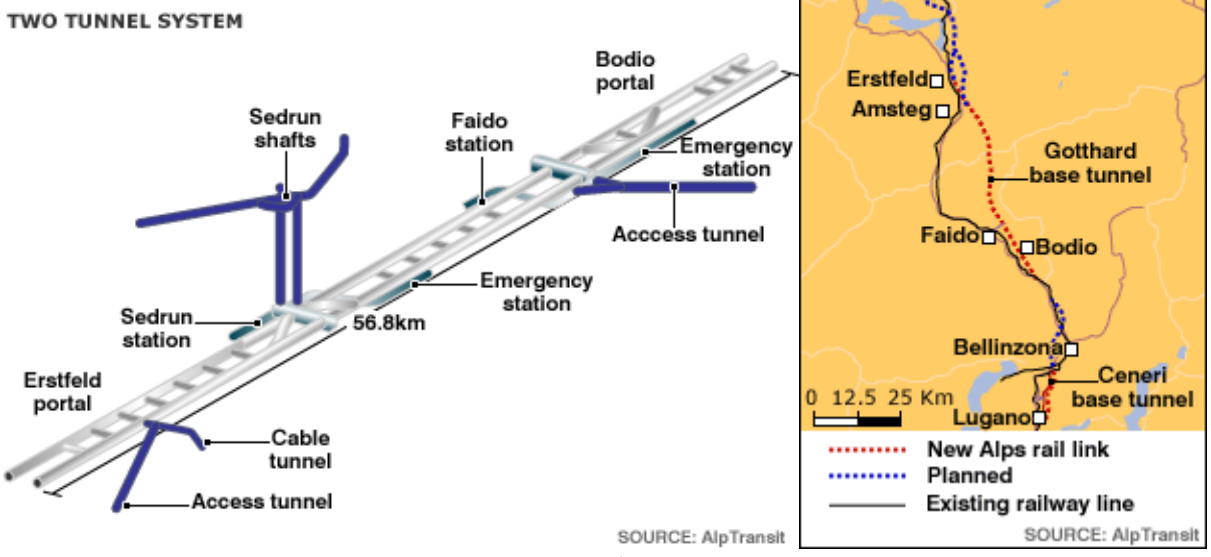
Tunelurile sunt construcții subterane care leagă două puncte situate pe căile de comunicație, la distanțe mai mici sau mai mari, pe aceste distanțe fiind străbătute obstacole, cum ar fi : munți, cursuri de apă, construcții, instalații, etc.

Rețeaua geodezică pentru tunele este, de cele mai multe ori, o rețea liberă, constituind baza pentru proiectarea și realizarea geometriei unui tunel. Această rețea geodezică pentru tunel se împarte, de cele mai multe ori, astfel: rețea de sprijin geodezică, rețea de legătură sau de apropiere și rețea de dirijare a lucrărilor în subteran, toate acestea în plan orizontal.

Rețeaua altimetrică se împarte în același mod.







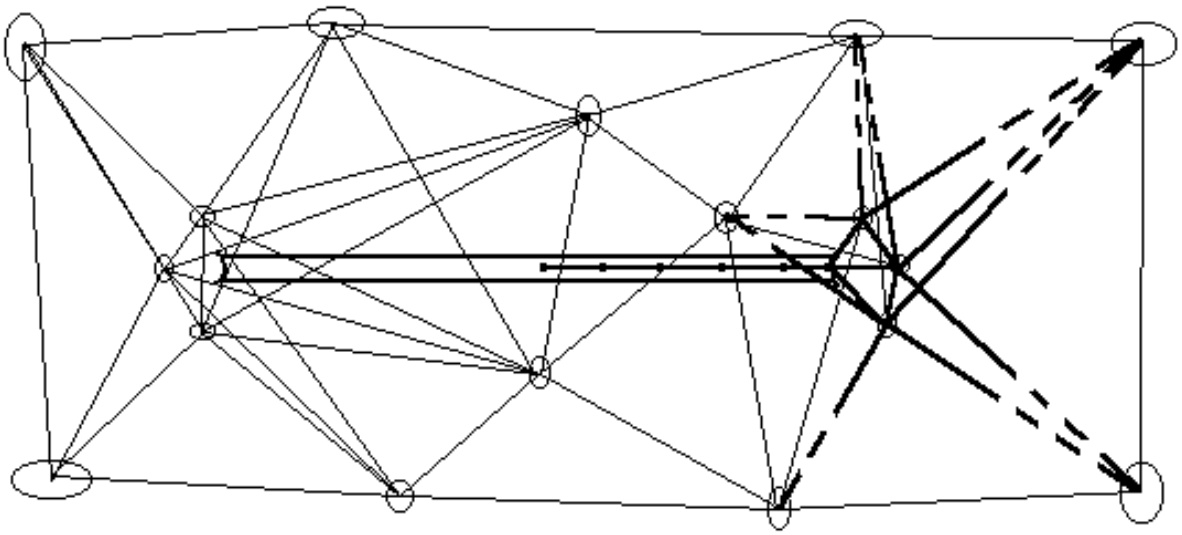
3.1. Rețeaua de sprijin geodezică pentru tunele

Aceasta este partea terestră a rețelei, cu ajutorul căreia trebuie să se determine, pe cât posibil de bine, pozițiile punctelor de acces în subteran.

Ca precizie de atins, se cere în mod obişnuit să se poată obține o eroare de străpungere de 1 cm / km lungime de tunel, valoare ce poate fi atinsă uşor pentru componenta pe cotă prin nivelment geometric de precizie, dar ridică foarte mari probleme pentru componentele în plan.

Un principiu de bază în realizarea rețelelor de sprijin de la suprafață, este faptul că punctele rețelelor de apropiere nu se vor găsi niciodată la marginea rețelei, deoarece, în orice rețea, precizia scade către marginile acesteia.

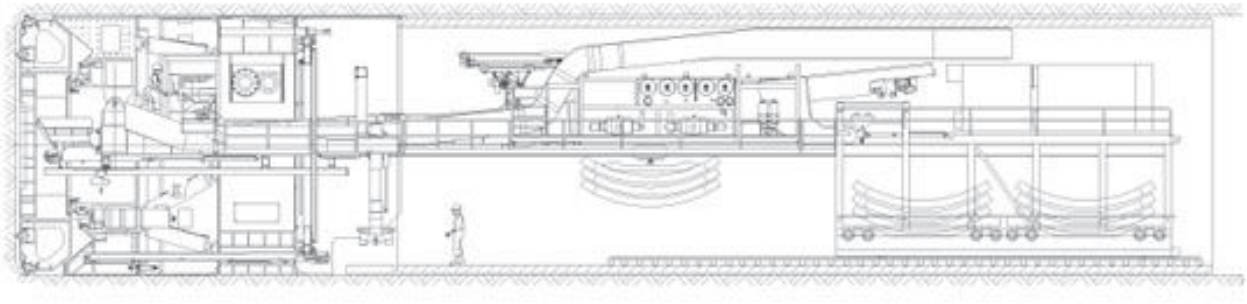
Rețeaua de sprijin geodezică se poate realiza printr-un lanț dublu de triunghiuri, astfel încât să poată fi descoperite orice greşeli ce pot apărea în punctele rețelei.



Cerințele de precizie diferă de le un tunel la altul, depinzând de: funcția tunelului, de forma şi poziția în teren a tunelului, situația topografică a împrejurimilor punctelor de stație, de datele disponibile de la serviciul național de măsurători geodezice şi de probleme de ordin special.

La proiectarea unui tunel contribuie o serie mare de specialişti din diverse domenii, care vor alege soluția tehnică optimă şi cea mai ieftină, ținând seama de următoarele:

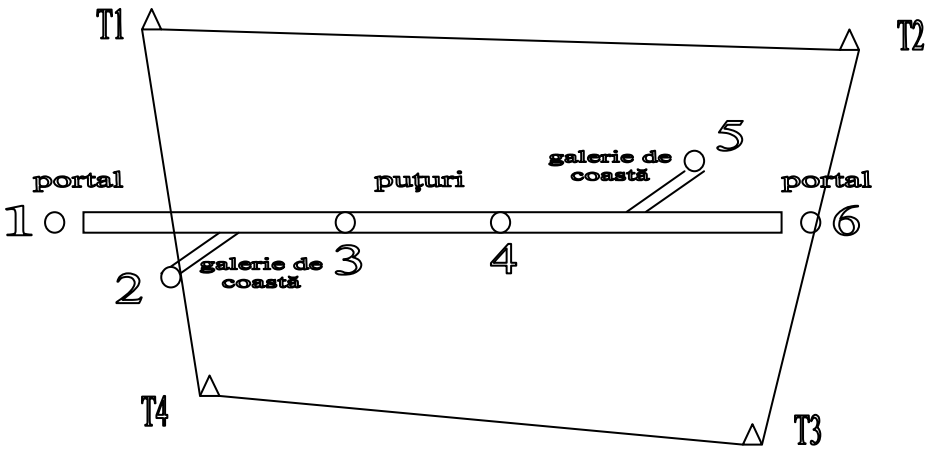
- creşterea diametrului tunelului, pentru sistemele de transport, în limite reduse, conduce la creşteri mici de cost;
- creşteri de cost se înregistrează dacă traseul tunelului are numeroase curbe şi dacă condițiile de teren variază de la rocă stabilă la terenuri slabe;
- costul este dependent de forma secțiunii transversale (circulară sau potcoavă), care depinde de condițiile de teren;
- utilizarea maşinilor de excavat (scuturi, foreze, haveze) conduce la o mai mare capitalizare a lucrărilor, dar prin reducerea timpului de execuție a tunelului se reduc costurile generale.
- componenta principală a costurilor lucrării este sistemul de căptuşire şi modul său de instalare, precum şi modul de transport al materialelor şi sterilului şi sistemul de ventilație.



Lungimea tunelului nu este cel mai important parametru care generează dificultăți, deoarece, în cele mai multe cazuri, întregul tunel poate fi împărțit, prin modalitățile de acces în subteran (puțuri, galerii de coastă sau portale), în tronsoane atât de lungi încât să se satisfacă precizia de străpungere impusă.

Eroarea geodezică de străpungere de poate determina după străpungerea într-o anumită secțiune de tunel, pentru corectarea ei rămânând relativ un timp scurt de ambele părți ale străpungerii. Este astfel de înțeles, necesitatea de a acorda o atenție deosebită punctelor de control de la suprafață, pentru ca influența lor asupra străpungerii să fie cât mai mică.

Utilizarea practică a tehnologiei GPS pentru proiectele de tunele conduce la o controlabilitate satisfăcătoare, modificând în totalitate conceptele asupra geometriei rețelei de sprijin de la suprafață.

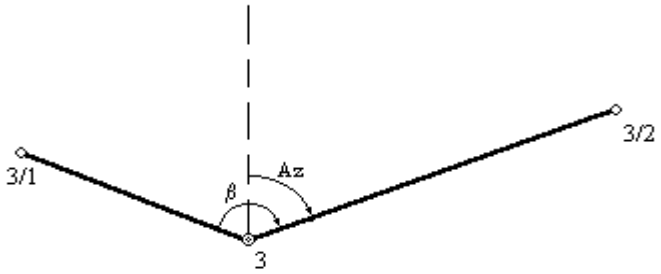


În aceste condiții, se pot alege cel puțin 4 puncte din rețeaua de stat şi câte un punct în apropierea căilor de acces în subteran, la maxim 1 km, rețea ce nu trebuie să aibă o configurație anume, singura condiție fiind aceea de cer deschis şi să poată constitui puncte de sprijin pentru transmiterile în subteran.

3.2. Rețeaua de apropiere sau de legătură

Aceasta este compusă din mai multe rețele mai mici situate în zonele de portal, în zonele puțurilor sau galeriilor de coastă, şi realizează sprijinul pentru rețeaua subterană, legând-o de rețeaua de sprijin geodezică de la suprafață.

În cazul folosirii GPS, rețeaua de la suprafață trebuie completată cu 2 puncte secundare pentru fiecare punct principal situat în apropierea căii de acces în subteran, formând astfel o grupă de stații GPS.



Astfel se creează posibilitatea efectuării unor controale geodezice prin procedee clasice terestre, cele două puncte secundare folosind la racordarea orientărilor, de unde rezultă condițiile de vizibilitate la distanțe de cca. 1-2 km de punctul principal.

Constituirea grupelor de stații GPS, având puncte principale şi câte 2 puncte secundare, permite efectuarea unor controale multiple şi periodice asupra stabilității rețelei.

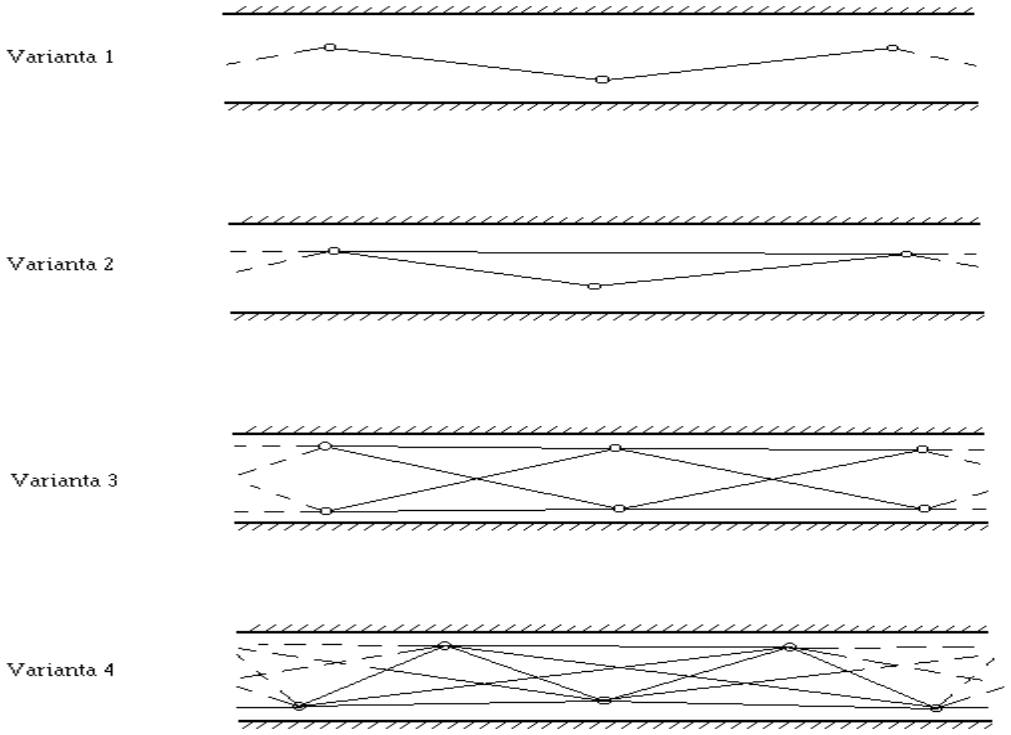
Folosirea tehnologiei GPS devine foarte economică dacă se utilizează 6 până la 8 receptoare, prin ocuparea constantă a minim 3 puncte din rețeaua de stat şi simultan o grupă de stații GPS compusă din cele 3 puncte.

Un avantaj deosebit al utilizării GPS este evident când ulterior se modifică proiectul şi sunt necesare noi grupe de stații GPS, care pot fi observate în foarte scurt timp, fără a lua în considerare condițiile atmosferice sezoniere sau vizibilități către alte grupe de stații GPS.

Punctele rețelei de stat, care prezintă o precizie inferioară preciziei ce se poate obține cu GPS, ar trebui folosite numai pentru control şi pentru încadrarea ne-constrânsă a punctelor GPS în sistemul național.

3.3. Rețeaua subterană de dirijare

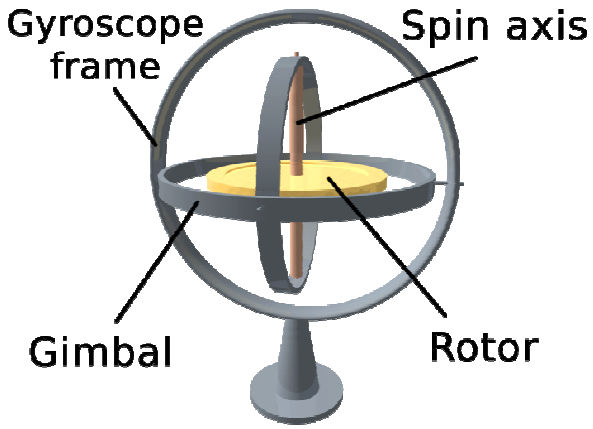
Aceasta este compusă din grupe de puncte tari pe care se sprijină lucrările topografice de control şi de dirijare a lucrărilor de construcție în subteran.

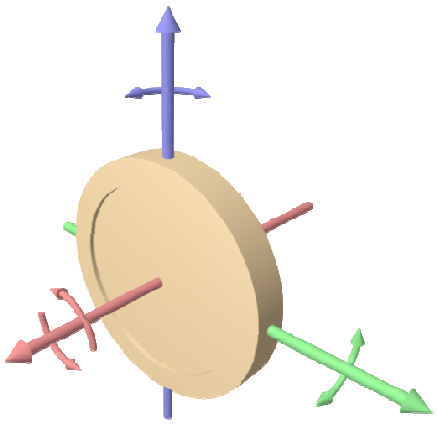


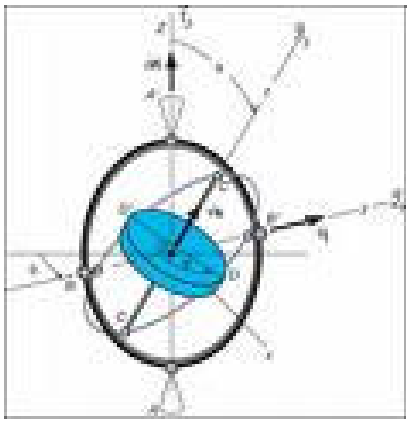
Pentru proiectarea rețelelor subterane pentru tunele au fost elaborate un număr mare de variante, în funcție de spațiul din subteran, de tipul şi caracteristicile de precizie ale instrumentelor ce urmează a fi folosite pentru măsurători, şi cel mai important, în funcție de eroarea de străpungere care este admisă de proiectant.

În urma analizelor asupra preciziilor în aceste tipuri de rețele, se poate spune că variantele ultime conduc la determinări şi controale mai precise, dar şi variantele mai simple, în care se fac determinări giroscopice, conduc la rezultate similare din punct de vedere al preciziei de dirijare a excavațiilor şi realizării căptuşelii tunelului.

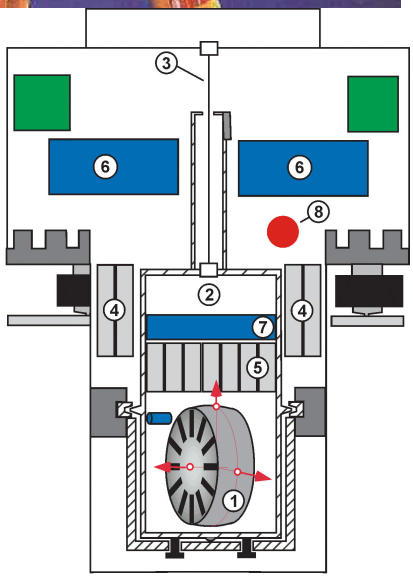
Având în vedere condițiile de şantier, unde disponibilitățile de spațiu sunt reduse, se poate considera ca optimă o rețea subterană simplă, însă cu măsurători giroscopice foarte precise. (Giroscop - Disc rotitor greu, care poate lua orice orientare în spațiu, fiind susținut de câteva cadre cardanice succesive, folosit pentru indicarea direcției de deplasare (la avioane şi submarine) – direcția Nord magnetic)







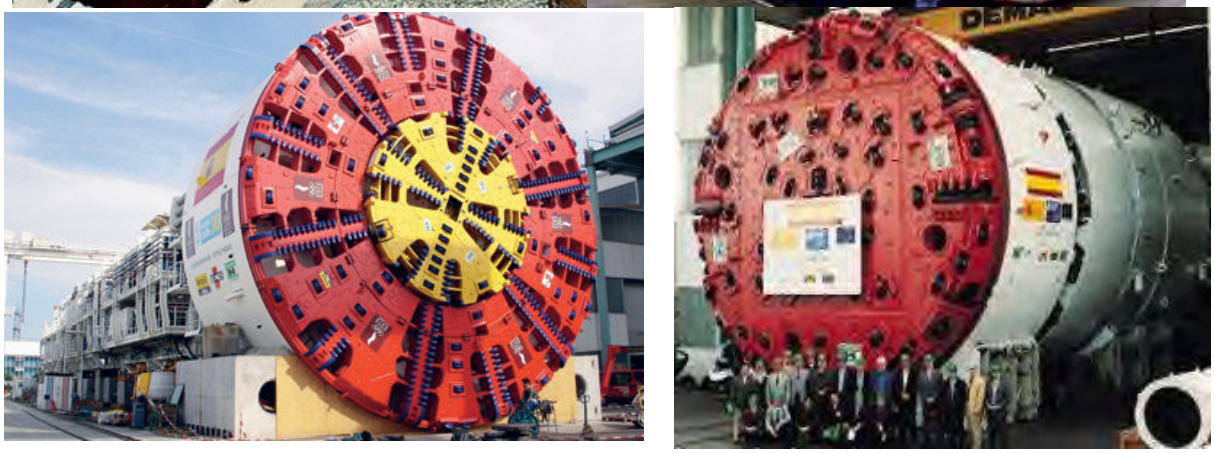
GYROMAT
2000
Fully
automatic
precision
surveying
gyroscope
DMT
Suspension tape
Processor for
operating
and controlling
Optical-pickup
Bearing for
main axis
Measuring-
system
NiCd-Battery
Gyro with opto-
electrical
speed control
Magnetic
shields


3
6
6
8
4
2
4
7
5
1

În general străpungerea unui tunel se realizează sub o secțiune mult mai mică decât cea proiectată, putându-se realiza compensarea rețelei subterane şi ajustarea corespunzătoare a traseului longitudinal, astfel încât să nu existe abateri importante în realizarea căptuşelii tunelului.

3.4. Deformațiile terenului în jurul unui tunel executat cu scutul

Străpungerea unui tunel provoacă modificări ale stării de eforturi în terenul din jurul galeriei, deformații care sunt oprite de structura de rezistență, care se încarcă şi se deformează împreună cu tunelul.



Natura terenului şi caracteristicile lucrării determină amploarea fenomenului de deformare a terenului după următoarele criterii:

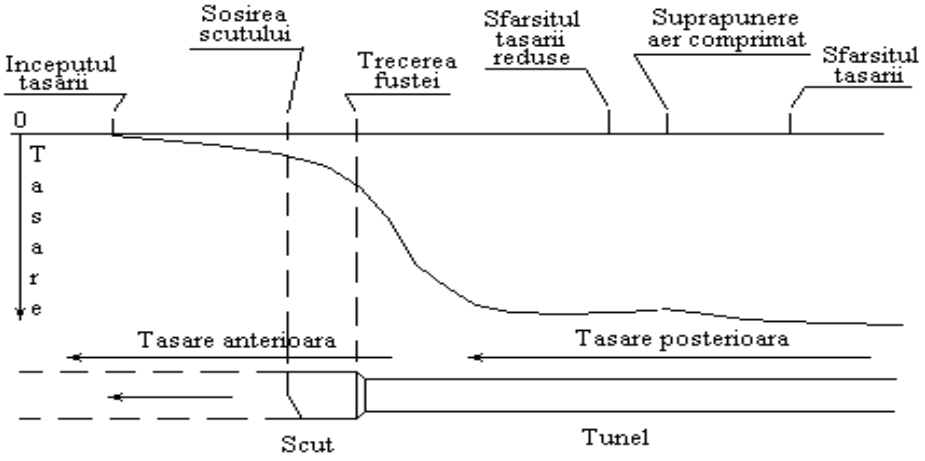
- rezistența mecanică a rocilor;
- starea de alterabilitate a terenului;
- condițiile hidrogeologice;

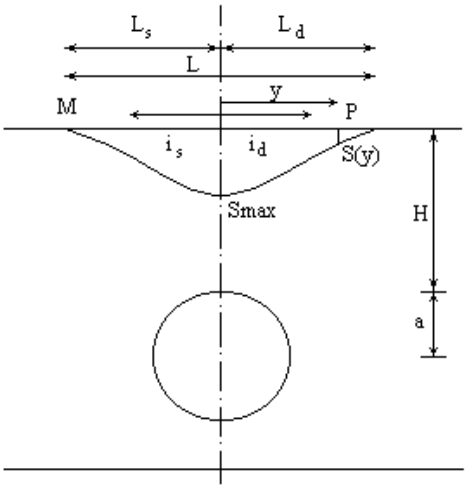
- eforturile naturale şi înălţimea de acoperire;
- dimensiunile şi forma tunelului;
- procedeul de realizare a excavaţiei;
- modul de căptuşire al tunelului.

În zonele urbane, noţiunea de securitate este legată de noţiunea de stabilitate, ceea ce înseamnă stabilizarea deformaţiilor terenului de la suprafaţă.

Mişcarea terenului se poate transmite până la suprafaţă formându-se o depresiune de tasare, care poate fi reprezentată în sens longitudinal şi transversal, astfel:

1. tasare în faţa scutului;
2. tasare în zona scutului;
3. tasare în zona montării căptuşelii;
4. tasare pe termen lung.





L : largimea cuvetei
L_s : semilargime stanga
L_d : semilargime dreapta
i_s : abscisa punct de inflexiune stanga
i_d : abscisa punct de inflexiune dreapta
y : abscisa unui punct P
S(y) : tasarea punctului P
Smax : tasarea in axul galeriei
M : punctul limita al deplasarii
H : inaltimea acoperirii
a : raza galeriei

Raportat la momentul executării lucrărilor, măsurătorile pot fi împărţite în 3 grupe, astfel:

- măsurători realizate înaintea execuţiei, pentru determinarea naturii terenului şi a stării iniţiale de eforturi;
- măsurători în timpul realizării lucrărilor, pentru determinarea eforturilor şi deformaţiilor din masiv şi căptuşeală;
- măsurători pe perioada exploatării lucrării, pentru urmărirea securităţii lucrării şi a mediului înconjurător.

4. Lucrări topografice pentru realizarea cadastrului drumurilor

Din punct de vedere formal, cadastrul drumurilor reprezintă un cadastru de specialitate, şi este un subsistem de evidenţă şi inventariere sistematică a bunurilor imobile sub aspect tehnic şi economic.

Produsele care trebuie realizate în acest scop sunt:

- Planul topografic al suprafeţei de teren care cuprinde ampriza şi zonele de siguranţă ale drumului, şi care include toate amenajările aferente acestuia;
- Planurile topografice ale amplasamentelor gestionate de AND (Administraţia Naţională a Drumurilor) sau DRDP (Direcţia Regională de Drumuri şi Poduri);
- Procesele verbale de delimitare a terenurilor şi proprietăţilor care se învecinează cu drumul;
- Documentaţia cadastrală pentru terenurile ce aparţin AND sau DRDP.

Drumurile de interes national apartin proprietatii publice a statului.

Drumurile de interes judetean fac parte din proprietatea publica a judetului.

Drumurile de interes local apartin proprietatii publice a unitatii administrative pe teritoriul careia se afla.

4.1. Conţinutul lucrărilor şi cerinţele tehnice

Detaliile planimetrice care formează conţinutul planurilor topografice se determină şi se raportează în sistemul de coordonate stereografic 1970.

Reţeaua geodezică de sprijin

Pentru desfăşurarea lucrărilor topografice, precum şi pentru referirea lucrărilor ulterioare de actualizare sau de trasare, se va realiza un sistem de puncte bornate de-a lungul traseului de drum la distanţe de cca. 2 km între ele, astfel încât să se asigure o densitate de 0,5 puncte / km de traseu.

În zonele de deal şi de munte, distanţa dintre două grupuri de borne se reduce până la 1 km. Bornele vor fi amplasate cât mai aproape de drum, de regulă în zona de protecţie, urmărind asigurarea condiţiilor de stabilitate, accesibilitate şi vizibilitate.

Pe lângă fiecare teren izolat, reprezentând un amplasament al AND se vor planta cel puţin două borne.

Fiecare bornă va purta o inscripţie AND, în care să apară un cod referitor la numărul de ordine al DRDP în cadrul AND şi numărul unic al bornei în cadrul DRDP.

Punctele de sprijin vor fi determinate planimetric în sistemul de coordonate “Stereo 70”, şi altimetric în “Sistemul de cote Marea Neagră 1975”.

Pentru aceste reţele de sprijin trebuie asigurată o precizie interioară, planimetrică de ±5 cm şi altimetrică de ±1 cm, precizie care poate fi asigurată cu instrumente şi metode adecvate, prin drumuire planimetrică de precizie, triangulaţie, măsurători GPS, nivelment geometric de precizie.

Dacă precizia relativă a punctelor reţelei de stat nu permite asigurarea preciziilor interioare menţionate pentru punctele reţelei noi de sprijin, aceasta din urmă se va prelucra ca reţea liberă, încadrându-se ulterior pe punctele reţelei de stat.

Conţinutul planului topografic pentru drum

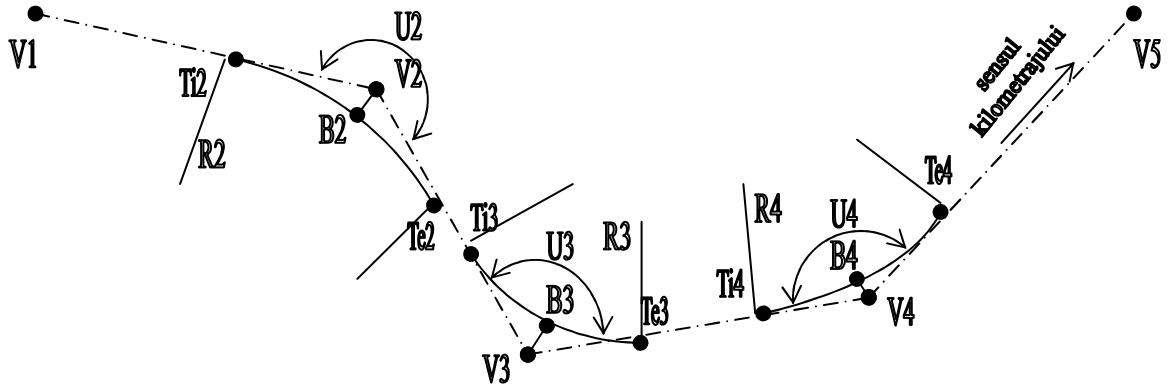
Precizia de determinare, densitatea detaliilor ridicate, elementele reprezentate, vor fi corespunzătoare scării 1:500.

Ridicarea topografică a detaliilor planimetrice se va efectua cu instrumente şi metode care să asigure o precizie de ±7 cm.

Principalele elemente care trebuie să apară pe planul topografic vor fi:

1. Axul drumului – care este locul geometric, format din linii drepte şi curbe, al punctelor egal distanţate de marginile părţii carosabile, fără a se considera supralărgirea la curbe (STAS 4032/1-90).
   Axul drumului este linia ce defineşte caracteristicile geometrice în plan orizontal şi în plan vertical ale traseului drumului. Lungimea reală a drumului se măsoară pe ax.

Prin măsurători de teren trebuie determinate şi trebuie reprezentate aliniamentele, adică poziţiile vârfurilor care definesc liniile frânte ce constituie axul drumului.



Se vor determina unghiurile dintre aliniamente, exprimate în grade centezimale şi măsurate în sens orar, în sensul crescător al kilometrajului.

Aliniamentele se racordează prin curbe care trebuie reprezentate prin elementele caracteristice. În acest scop se măsoară suficiente puncte pentru a putea determina sau verifica elementele respective (raza cercului de racordare, tangenta de intrare, bisectoarea, tangenta de ieşire, lungimea racordării, etc.). În principiu, lungimea liniei drepte între T_e a unei curbe şi T_i a curbei următoare nu poate fi mai mică de 0,5 m.

Dacă unghiul dintre două aliniamente este între 197^g – 203^g este posibil ca aceasta să nu mai fie racordare.

Pentru redarea geometriei pe verticală se vor efectua măsurătorile necesare pentru determinarea profilelor transversale şi a profilului longitudinal.

Profilele transversale se realizează în punctele caracteristice (schimbarea pantei longitudinale a drumului, modificarea formei profilului tip al drumului, în dreptul bornelor kilometrice, etc.) şi la distanţe medii de 100 m între două profile transversale succesive.

Profilul transversal va include obligatoriu următoarele:
- ax drum
- limita părţii carosabile
- limita platformei (marginea exterioară a acostamentului)
- profilul şanţului, dacă există
- piciorul taluzului de rambleu, dacă nu există şanţ
- intersecţia dintre taluzul de rambleu şi terenul natural
- alte elemente ce definesc forma taluzurilor sau sprijinirilor
- un punct pe terenul natural, aflat la cel puţin 2 m de la muchea exterioară a şanţului sau taluzului.

În afara punctelor obligatorii specificate mai sus, se vor determina, după caz, şi alte puncte dacă acestea sunt necesare pentru redarea corectă a profilului transversal (trotuare, benzi suplimentare, limite, etc.).

2. Partea carosabilă – care este suprafaţa din platforma drumului, destinată circulaţiei vehiculelor.

După caz, partea carosabilă include:
- două sau mai multe benzi de circulaţie
- benzi pentru vehicule grele
- benzi de accelerare
- benzi de decelerare
- banda de virare la stânga
- banda de staţionare, etc.

Se ridică limitele părţii carosabile reprezentate prin:
- limita de separaţie între partea carosabilă şi acostament (borduri de încadrare)
- bordura trotuarului
- bordura spaţiului verde dintre benzile de circulaţie
- marcajele laterale de delimitare, etc.

De asemenea, se ridică topografic elementele constructive amplasate în zona părţii carosabile (platforme şi refugii pentru accesul la tramvai, monumente, etc.)

3. Platforma drumului

În afara părţii carosabile, se ridică şi celelalte elemente care constituie platforma drumului, cum ar fi:
- acostamentele
- trotuarele
- locurile de parcare
- spaţiile verzi dintre benzile de circulaţie sau dintre partea carosabilă şi trotuar
- benzile rezervate pentru circulaţia altor vehicule (biciclete, tramvaie, tractoare şi căruţe, etc.)

4. Limitele de proprietate

Se urmăreşte înregistrarea cât mai exactă a limitelor terenurilor aflate în administraţia AND.

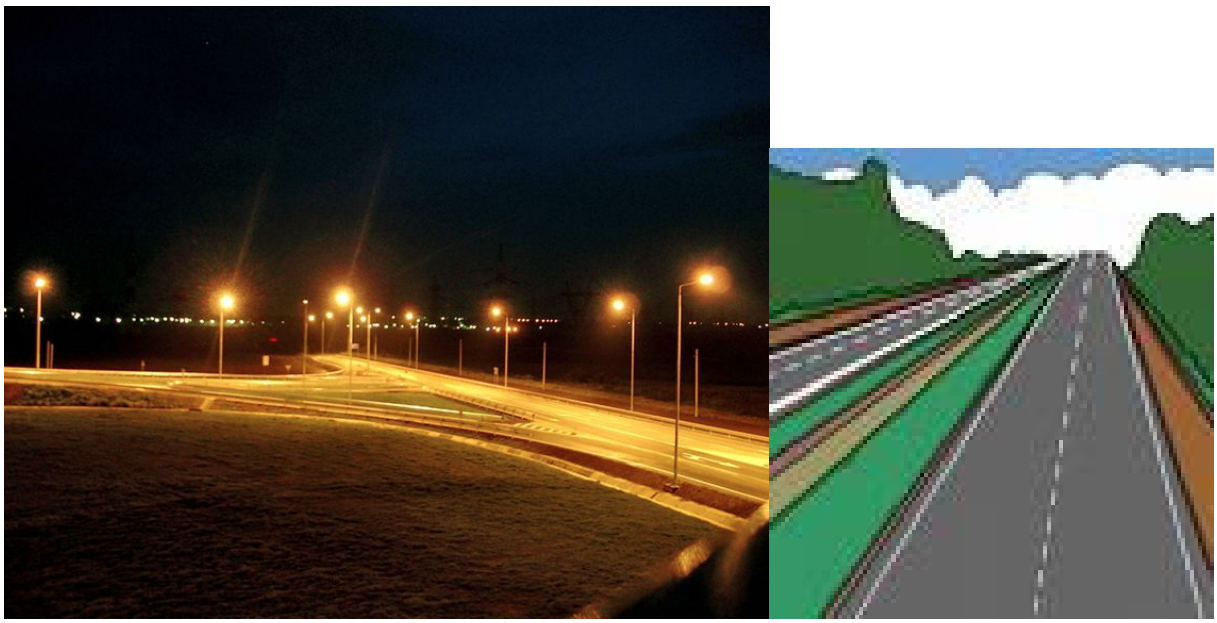
Fac parte integrantă din drum: podurile, viaductele, pasajele denivelate, tunelurile, construcţiile de apărare şi consolidare ale drumului, trotuarele, pistele pentru ciclişti, locurile de parcare, oprire şi staţionare, indicatoarele de semnalizare rutieră şi alte dotări pentru siguranţa circulaţiei, terenurile şi plantaţiile care fac parte din zona drumului, mai puţin zonele cu perdele de protecţie.

De asemenea, se consideră că fac parte din drum, clădirile de serviciu şi orice alte construcţii, amenajări sau instalaţii destinate apărării sau exploatării drumului.

Zona drumului public cuprinde: ampriza, zonele de siguranţă şi zonele de protecţie.

- Ampriza drumului este suprafaţa de teren ocupată de elementele constructive ale drumului, şi anume: partea carosabilă, acostamente, piste pentru ciclişti, trotuare, şanţuri, rigole, taluzuri, ziduri de sprijin şi alte lucrări de artă.

- Zonele de siguranţă sunt suprafeţele de teren situate de o parte şi de alta a amprizei drumului, destinate exclusiv pentru semnalizarea rutieră, pentru întreţinerea şi exploatarea drumului, pentru siguranţa circulaţiei ori pentru protecţia proprietăţilor situate în vecinătatea drumului.



Din zonele de siguranţă fac parte şi suprafeţele de teren destinate asigurării vizibilităţii în curbe şi intersecţii.

Conform normativelor în vigoare, zonele de siguranţă ale drumurilor sunt considerate faţă de limita amprizei, astfel:

⇒ 1,5 m de la marginea exterioară a şanţurilor, pentru drumurile situate la nivelul terenului natural;
⇒ 2,0 m de la piciorul taluzului, pentru drumurile în rambleu;
⇒ 3,0 m de la marginea de sus a taluzului, pentru drumurile în debleu cu înălţimea până la 5 m inclusiv;
⇒ 5,0 m de la marginea de sus a taluzului, pentru drumurile în debleu cu înălţimea mai mare de 5 m.

- Zonele de protecţie sunt cuprinse între marginile exterioare ale zonelor de siguranţă şi marginile zonei drumului, delimitate astfel:

⇒ autostrăzi – 50 m din axul drumului
⇒ drum naţional – 22 m din axul drumului
⇒ drum judeţean – 20 m din axul drumului
⇒ drum comunal – 18 m din axul drumului.

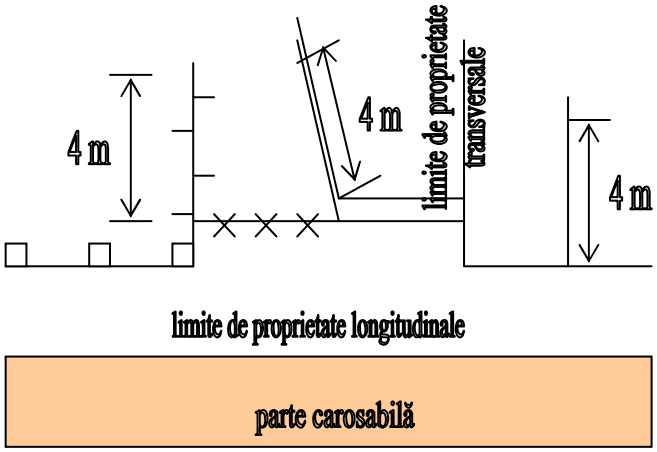
Limitele enumerate se determină prin ridicare topografică şi se vor raporta pe plan.

Limitele de proprietate existente la teren se reprezintă cu semnul convențional corespunzător tipului de împrejmuire. Limitele transversale pe axul drumului se determină pe o distanță de minim 4 m, măsurați de la limita longitudinală de proprietate, în raport cu drumul.

Fiecare parcelă limitrofă drumului se va numerota cu numere pare pentru cele de pe partea stângă şi cu numere impare pentru cele de pe partea dreaptă, în sensul crescător al kilometrajului.

Numerele de ordine şi numele proprietarilor se înregistrează în procesele verbale şi se înscriu pe planul topografic.

Dacă în teritoriul administrativ respectiv există introdus cadastrul general, se va prelua numerotarea conform evidențelor de la O.J.C.P.I. inclusiv pentru parcela sau parcelele aferente drumului.



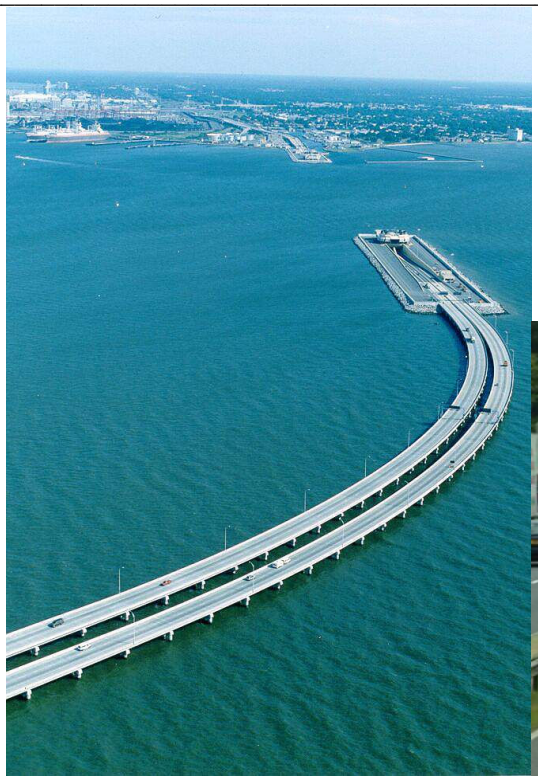
5. Bornele kilometrice şi hectometrice

Se determină prin coordonate poziţiile acestora şi se înregistrează inscripţiile existente pe acestea.

6. Lucrări de artă şi amenajări specifice

Se determină prin măsurători forma şi poziţia în plan a tuturor construcţiilor care aparţin de drum (poduri, podeţe, viaducte, tunele, ziduri de sprijin, rigole, etc.).

Caracteristicile tehnice specifice fiecărui tip de lucrare se preiau din releveele şi planurile topografice de detaliu.



7. Amenajările conexe

Aceste tipuri de lucrări includ intersecţiile cu alte drumuri, cu calea ferată, benzile speciale, locurile de parcare, trotuarele, spaţiile verzi, staţiile de alimentare cu combustibil, împrejmuirile drumului, etc.

Forma şi poziţia acestora se determină prin măsurători topografice şi se reprezintă pe plan.

8. Amenajări pentru siguranţa circulaţiei

În această categorie de lucrări sunt incluse marcajele, semnele de circulaţie, semnalizări, etc.

Toate acestea se reprezintă pe plan prin poziţia lor, precum şi prin o serie de atribute, cum ar fi: tipul, dimensiunea, materialul, etc.

9. Construcţiile

Construcţiile de orice tip, care prin destinaţia lor nu aparţin drumului, se determină şi se reprezintă dacă părţi ale lor se află la o distanţă mai mică de 4 m faţă de limita longitudinală a zonei drumului.

10. Kilometrajul

Condiţiile locale de amplasare a bornelor kilometrice şi unele greşeli de măsurare a lungimilor au condus la plantarea acestora în poziţii care nu corespund lungimii reale. Astfel, pentru fiecare bornă kilometrică se înregistrează valoarea nominală a kilometrajului (lungimea înscrisă pe bornă) şi valoarea efectivă a kilometrajului (lungimea reală măsurată pe axul drumului de la originea lui).

Poziţia celorlalte elemente ale drumului sunt relative la cea mai apropiată bornă kilometrică dinspre origine. Kilometrul “0” al oricărui drum ce derivă din altul este considerat ca fiind în intersecţia axelor celor două trasee.

Toate detaliile se vor raporta pe planul topografic prin coordonate, folosind semnele convenţionale pentru scara 1:500, o foaie de plan conţinând un tronson de drum situat între două borne kilometrice succesive sau multiplu de acesta.

4.2. Procesele verbale de delimitare a vecinătăților

Pentru fiecare sector de drum se încheie cu reprezentanții administrației locale (primari) pe teritoriul cărora se află drumul, procese verbale de delimitare a proprietăților.

Datele incluse în aceste procese verbale se referă la parcelele vecine drumului şi includ următoarele elemente:

- partea – reprezentând poziția, stânga sau dreapta, a parcelei față de sensul crescător al kilometrajului;
- de la km + m, la km + m – reprezintă pozițiile kilometrice ale începutului şi respectiv sfârşitului limitei parcelei;
- număr parcelă – este numărul atribuit parcelei la realizarea planului topografic;
- număr poştal – se completează pentru tronsoanele de drum care străbat teritoriul unei localități;
- categoria de folosință – stabilită conform normelor A.N.C.P.I. (O.N.C.G.C.) pentru cadastrul general;
- proprietarul – conține numele şi prenumele (persoane fizice) sau denumirea (persoane juridice) posesorului (posesorilor) parcelei respective.

Pe verso-ul procesului verbal se redactează o schiță a sectorului de drum, care conține parcelele referite, cu localizarea kilometrică.

4.3. Documentația cadastrală pentru terenurile AND şi DRDP

Planul cadastral – conține reprezentarea parcelelor deținute de AND cu numerotarea cadastrală sau cu numerotarea internă, pe teritoriile administrative în care nu a fost introdus cadastrul general.

Pe limitele parcelelor deținute de AND se vor marca şi se vor numerota punctele determinate prin coordonate din măsurători topografice.

Se vor delimita şi inscripționa teritoriile administrative pe care se găsesc parcelele reprezentate.

Se vor reprezenta pe planul cadastral câteva detalii de planimetrie necesare facilitării identificării poziției parcelelor în teritoriu.

Se va întocmi un centralizator al suprafețelor parcelelor drumului, referitoare la ampriză şi zonele de siguranță şi protecție, defalcate pe teritorii administrative şi pe categorii de folosință.

Documentația cadastrală (planurile cadastrale), copiile proceselor verbale de delimitare şi centralizatorul suprafețelor se înregistrează la O.J.C.P.I. de care aparține teritoriul administrativ, pe suprafața căruia s-a desfăşurat lucrarea.

La încheierea lucrării se predau beneficiarului următoarele:

- Inventarele de coordonate ale punctelor rețelei de sprijin;
- Inventarele de coordonate ale punctelor ce delimitează parcelele deținute de AND;
- Planurile topografice realizate la scara cerută (1:500 sau 1:1000);
- Planurile cadastrale realizate la scara cerută (1:500 sau 1:1000);
- Profilele transversale şi longitudinale;
- Originalele proceselor verbale de delimitare a vecinătăților drumului;
- Tabelul centralizator al suprafețelor;
- Originalul procesului verbal de înregistrare la O.J.C.P.I.

5. Ridicări topografice la construcțiile în transporturi feroviare

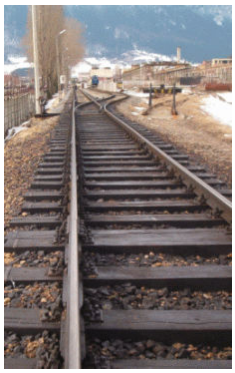
(gări, triaje, poduri, tunele)

5.1. Ridicarea stațiilor și nodurilor de cale ferată

Scopul – obținerea planurilor, profilelor longitudinale şi transversale, coordonatelor elementelor din stație, buletinelor macazelor şi alte documente necesare elaborării proiectelor de re-amenajare ale stației sau nodurilor feroviare.

Planurile de situație se întocmesc la scara 1:1000, precizia ridicării fiind corespunzătoare acestei scări.

Suprafața de teren care trebuie ridicată pentru o stație sau nod feroviar se limitează transversal la zonele expropriate, iar longitudinal la circa 500m de macazele de intrare în stație.



Pentru stațiile mari, aero-fotografierea este foarte utilă, iar pentru cocoaşele de sortare (triaje) şi a secțiunilor de strangulare a staților mari se utilizează fotogrammetria terestră (fototeodolit).

Lucrările de teren la ridicarea stațiilor de cale ferată :

- proiectarea, recunoaşterea şi materializarea rețelei geodezice
- trasarea pichetajului şi ridicarea curbelor de cale ferată

- nivelmentul longitudinal al căilor ferate
- determinarea centrelor macazelor şi măsurarea lor
- ridicarea profilelor transversale
- ridicarea ansamblului liniilor unei staţii
- măsurarea distanţelor gabaritale de la axele căilor până la cele mai apropiate construcţii ale staţiei
- ridicarea cocoaşelor de sortare
- ridicarea amenajărilor necesare scurgerii apelor
- ridicarea liniilor de comunicaţii subterane, terestre şi aeriene
- ridicarea terenurilor din apropierea staţiilor de cale ferată
- culegerea datelor cu privire la suprastructura drumurilor a construcţiilor şi amenajărilor artificiale, conductelor de evacuare a apei, comunicaţiile subterane şi aeriene.

5.1.1. Reţeaua geodezică a staţiilor – constă din reţeaua geodezică de sprijin şi cea de ridicare

Reţeaua de sprijin se realizează din drumuiri poligonometrice singulare reţele de drumuiri poligonometrice care se sprijină pe puncte de ordin superior.

Coordonatele punctelor reţelelor de sprijin şi de ridicare se calculează, de regulă, în sistem local de coordonate.

Ca bază a sistemului local de coordonate se ia punctul de intersecţie a axei clădirii gării cu drumuirea poligonometrică.

Direcţia axei clădirii gării se consideră axa x, iar direcţia de creştere a pichetajului se consideră axa y.

Drumuirile poligonometrice în staţie se realizează, de regulă, în spaţiile dintre linii, în lungul căii principale.

Drumuirile tahimetrice de ridicare se proiectează în lacuri favorabile, pentru a asigura o bună vizibilitate asupra cât mai multor detalii.

Lungimea drumuirilor poligonometrice între punctele nodale nu trebuie să depăşească, în zona staţiei, 400 m, iar în afara ei, 1200 m.

Lungimea drumuirilor suspendate tahimetrice, nu trebuie să depăşească 150 m executată dus–întors.

Lungimea laturilor drumuirilor reţelei geodezice a staţiei nu trebuie să fie mai mare de 350 m sau mai mică de 80 m, iar cele tahimetrice 40 m.

La proiectarea drumuirilor de nivelment trebuie respectate cerinţele impuse unui nivelment de ordin IV.

Pentru determinarea cotelor punctelor reţelei geodezice din haltele de încrucişare şi a staţiilor intermediare se proiectează drumuiri de nivelment tehnic.

5.1.2. Trasarea pichetajului

Pichetajul se trasează pe axa căii principale ca şi pe căile principale ale tuturor direcţiilor învecinate pe o lungime nu mai mică de 1 km de la fiecare semnal de intrare pe linia curentă.

Concomitent cu trasarea pichetajului se întocmeşte şi jurnalul pichetării, care conţine:

- Schimbările de direcţie ale profilului
- Axele tuturor amenajărilor artificiale
- Semnalele înclinate
- Axele clădirilor de pasageri (săli aşteptare) şi haltelor
- Racordarea deviaţiilor şi a liniilor moarte la linia curentă (acul macazului de intrare)

În jurnalul de pichetaj se introduc următoarele puncte în plus :

- limitele terenurilor (orientativ)
- limitele folosirilor
- axele trecerilor la nivel (cu indicarea simplă sau dublu, protejat sau neprotejat)

- începutul şi sfârşitul debleelor
- începutul şi sfârşitul perdelelor de protecţie contra zăpezii
- axele locuinţelor C.F. cu indicarea dimensiunilor şi conectarea la axa căii
- intersecţia căii cu viaductele, liniile de comunicaţii şi electrice
- macaze de ieşire din staţie şi alte macaze aflate pe căile principale
- semafoarele şi alte semnale permanente
- repere şi mărci – cu indicarea instituţiei şi a numărului
- semne existente la începutul şi sfârşitul curbei
- tunele – cu indicarea începutului, sfârşitului şi gabaritului
- întinzătorii reţelei de contact a liniei electrificate
- semnele zonei de expropiere
- canale de drenaj
- diguri

5.1.3. Nivelmentul longitudinal al căii principale

Profilul longitudinal al căii principale se execută prin nivelment tehnic. Pe porţiunile drepte se execută cotarea capului stâng al kilometrajului şinei, iar la curbe se execută cotarea capului şinei interioare. Trecerea pe şina interioară se face la o distanţă nu mai mică de 50 m până la începerea şi după sfârşitul curbei.

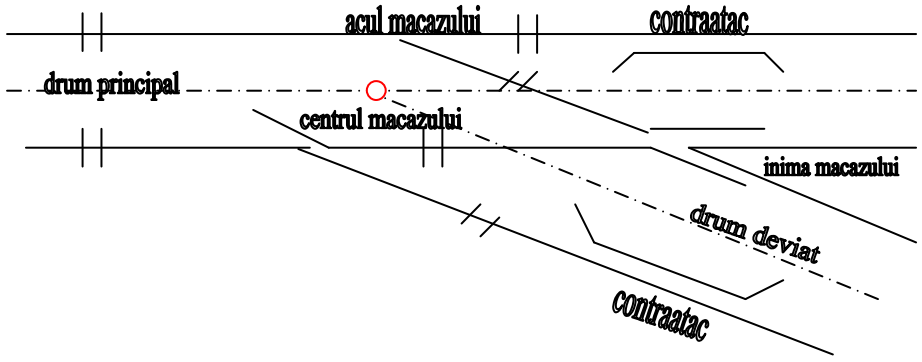
La toate căile principale, după limitele staţiei, se determină cotele marginii rambleului.

5.1.4. Ridicarea detaliilor staţiei

Ridicarea topografică de detaliu a staţiilor se poate face prin următoarele metode :
- coordonate polare
- coordonate rectangulare (ordonate faţă de drumuirea poligonometrică)
- intersecţia unghiulară înainte.

Înaintea ridicării se măsoară macazele cu trasarea unor puncte de reper, apoi se stabilesc limitele zonei de ridicat.

Macazele şi intersecţiile la nivel se măsoară în următoarea ordine :
- se detemină cota inimii macazului
- se măsoară distanţa de la capătul inimii macazului, până la începutul acului macazului şi până la îmbinarea contraatacurilor



Centrul macazului se determină prin jalonarea axei căii principale şi a celei deviate, intersecţia celor două direcţii marcându-se cu vopsea sau fixându-se o fisă.

În cazul ridicării clădirilor industriale, de locuinţe şi a altor clădiri şi construcţii, ele se măsoară după perimetru exterior şi se indică caracteristicile : materialul peretelui, al fundaţiei şi acoperişului, starea şi apartenenţa.

Concomitent cu ridicarea detaliilor căii ferate se realizează şi ridicarea topografică a liniilor electrice aeriene, stâlpii de iluminat, şanţurile, etc.

5.1.5. Ridicarea profilelor transversale

Poziţia profilelor transversale, în limitele unei staţii C.F., se marchează prin picheţi, determinaţi în raport cu reţeaua de sprijin.

Prin executarea profilelor transversale se fixează axele tuturor linilor C.F. pe care le traversează, taluzele, albiile, rigolele, peroanele şi altele.

Pentru fiecare profil transversal se cotează şinele fiecărei linii, elementele macadamului, creasta şi fundaţia terasamentului de pământ, şanţurile sau rigolele, partea de sus a peroanelor şi punctele caracteristice de relief (din 100 m în 100 m).

5.1.6. Ridicarea ansamblului liniilor unui triaj

Ridicarea planimetrică a triajului se referă la poziţia căilor, a macazelor (acelor), punctelor de frânare, precum şi clădirile şi construcţiile tehnice aferente, inclusiv cele subterane .

Pentru ridicarea planimetrică se execută o drumuire independentă care trebuie legată de drumuirile rețelei geodezice de sprijin ale stației.

Profilul longitudinal al triajului se determină începând de la cel puțin 20 m de la urcarea pe cocoaşa triajului până la 20 m după ultimul stâlp de control al triajului.

Profilele transversale, în cazul triajelor, sunt mai dese în zona cocoaşei, dar nu mai rare de 50 m în celelalte zone ale triajului, pozițiile lor fiind trasate şi determinate în raport cu rețeaua de sprijin.

5.1.7. Măsurarea distanțelor gabaritice

Distanțele gabaritice se referă la construcțiile amplasate între căi sau în apropierea acestora.

- cele orizontale – între centrul şinei dinspre construcție şi construcție (760 mm)
- cele verticale – între capul şinei şi poduri, viaducte, pasarele, rețea electrică de contact, linii aeriene de comunicații, etc. (5450 mm)

Măsurătorile gabaritice orizontale se execută cu instrumente obişnuite (rulete, şablon, etc.) , iar cele verticale, până la partea inferioară a construcțiilor ce trec peste C.F. (ca poduri, pasaje pietonale sau conducte, cabluri electrice sau de contact, linii de comunicație) se execută prin diferite metode geodezice cunoscute, precizia de determinare fiind de ± 1 cm.

Informativ **ecartamentul** căii ferate normale este de **1435 mm**, conform Congresului de la Berna din 1887, dar în Spania este de 1676 mm, în Rusia 1524 mm, în Franța 1440 mm, în Grecia 1000 mm.

5.1.8. Ridicarea lucrărilor de artă şi a apeductelor

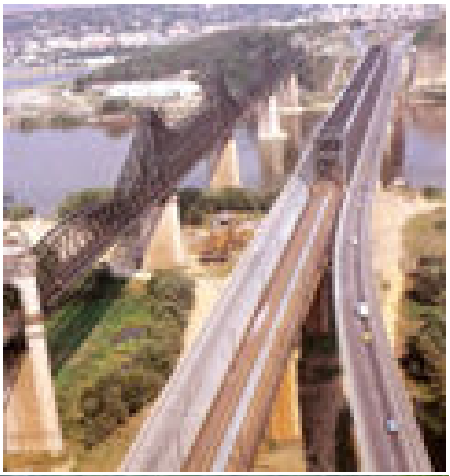
Pentru lucrările de artă trebuie stabilite:

- valorile de pichetaj ale intersecției axelor construcției cu axa căii pe care se execută pichetajul
- deschiderea şi materialul de construcție

- cotele principalelor elemente ale construcției

Pentru poduri pe care este amplasată calea ferată trebuie determinate cotele la:

- capul şinei în dreptul a două reazeme vecine şi la mijloc
- coronamentul centurilor de beton
- culee şi pilele podului
- orizontul mediu şi cel maxim al apei, pe baza datelor serviciului de întreținere a căii ferate



La ridicarea pasajelor pietonale şi a viaductelor trebuie determinate:

- unghiul sub care acestea intersectează căile stației
- distanțele gabaritice orizontale şi verticale

Pentru canale şi jgheaburi de scurgere a apei, care sunt mai departe de cale şi nu sunt prinse în profilele transversale, se ridică:

- profilele longitudinale pe toată lungimea lor până la vărsare în talveg sau râpă
- secțiuni transversale ale canalelor la fiecare 100m, şi în locurile caracteristice cu indicarea naturii consolidării albiei sau a talazului canalelor
- lucrări de artă pe canale (conducte, cascade, cursuri rapide)

5.1.9. Ridicarea intersecțiilor cu liniile electrice şi de comunicație

Trebuie preluate din teren următoarele date:

- valoarea de pichetaj şi unghiul de intersecție al LE sau LC cu axa căii
- cotele capului şinei şi distanța până la cablul cel mai de jos în locul intersecției
- distanța orizontală de la axul căii la punctele de sprijin ale LE sau LC, la dreapta şi la stânga intersecției
- tipul şi materialul reazemelor
- sistemul de suspendare, numărul cablurilor şi tensiunea

5.1.10. Ridicarea rețelelor de comunicație subterane

Aceste rețele sunt formate din liniile de alimentare cu apă şi canalizare, rețelele de termoficare, cablurile electrice subterane, liniile de comunicație subterane, conducte de gaz sau petrol, etc., care se găsesc în banda ridicării.

În prezența specialiştilor în domeniul rețelei respective se face ridicarea ieşirilor existente (cămine de vizitare, puțuri, sifoane, evacuări, etc.), specificându-se caracteristicile acestora, destinația şi tipul, stabilindu-se traseele rețelelor de comunicație subterane.

Când acestea nu au ieşiri se folosesc aparate inductive (detectoare electromagnetice), sau se decopertează în tranşee sau puțuri, respectând normativele pentru asemenea lucrări.

5.1.11. Ridicarea terenului limitrof stației

De regulă, în apropierea stației sunt zone urbane, în funcție de tema proiectului, se ridică detaliat sau la nivelul conturului cvartalelor.

În afara ridicării clădirilor, în zonele de interes, trebuie ridicate toate drumurile, canalele de scurgere, LE şi LC, spații verzi, ş.a.

Ridicările zonei limitrofe stației CF se sprijină pe punctele rețelei geodezice poligonometrice a căii ferate, atât planimetric cât şi altimetric. Pentru asigurarea densității punctelor necesare ridicării detaliilor, între punctele drumuirii de sprijin se execută drumuiri tahimetrice.

La ridicarea detaliată a cartierelor, se indică: destinația clădirilor, dimensiunile pe conturul exterior, numărul de etaje, materialul zidurilor, starea construcției, etc.

5.1.12. Documentațiile de teren

Toate înregistrările (datele) referitoare la stațiile şi nodurile de cale ferată se trec în carnete de pichetaj, de nivelment, de observații azimutale, tahimetrice, schițe şi alte date.

Toate carnetele trebuie numerotate, întocmindu-se un index, cu ajutorul căruia să se poată găsi rapid informațiile privind orice element al lucrării.

Carnetele de teren sunt însoțite de:

- schemele rețelei geodezice, cu dispunerea profilelor transversale, ridicările cocoaşei triajului, comunicațiilor subterane, etc.
- planurile de situație existente
- documentele de predare spre întreținere ale punctelor rețelelor geodezice
- documente de verificare şi recepție a lucrărilor
- note explicative

5.2. Ridicarea căilor ferate

Pentru obținerea informațiilor despre CF este necesar să fie realizate rețele geodezice de ridicare şi să se execute ridicarea planimetrică şi altimetrică a căilor ferate, iar rezultatele să fie prezentate sub formă de date grafice şi analitice.

În acest scop nu se obişnuieşte a se realiza o rețea geodezică permanentă, lucrările topo–geodezice efectuându-se astfel :

- rețeaua geodezică planimetrică coincide ca direcție cu axa căii existente
- se face un pichetaj din 100 m în 100 m pe unul din firele căii, o ridicare, plecând de la puncte de drumuire, se face în zonele sectoarelor curbe ale căii
- nu se calculează coordonatele picheților
- rețeaua geodezică altimetrică este constituită din nivelment tehnic pe țăruşi.

Ridicarea poziției planimetrice a rețelelor subterane şi aeriene, se realizează relativ la axa căii prin măsurarea perpendicularelor sau vizual pe planuri la scara 1: 2000, iar altimetric, prin realizarea de profile transversale şi nivelmentul acestora.

Ridicarea de detalii planimetrice a sectoarelor curbe ale căii ferate se execută prin procedee speciale.

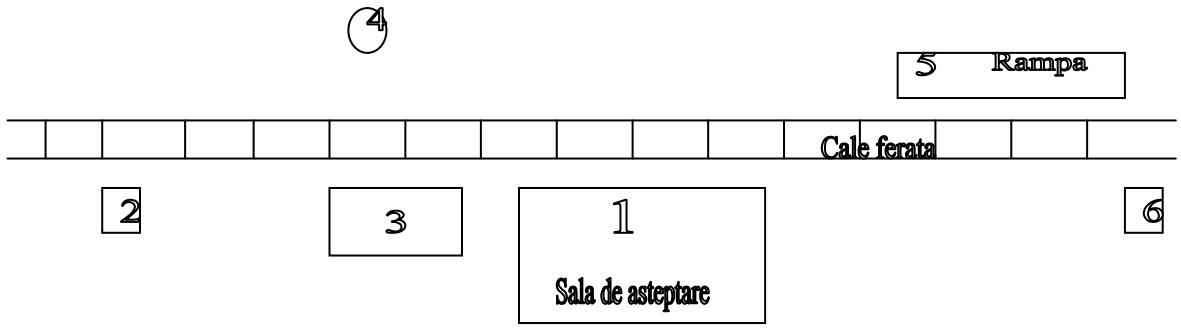
5.3. Întocmirea planurilor căilor ferate, stațiilor şi haltelor

Originalele planurilor se întocmesc pe materiale nedeformabile pentru o conservare îndelungată, şi va cuprinde:

- traseul liniei, hectometrat;
- delimitarea proprietatii liniei ferate;
- cladirile si instalatiile ce apartin liniei si sunt in legatura directa cu procesul de transport/manevra si incarcare/descarcare;
- lucrarile de arta;
- caile de comunicatie traversate si pozitia km;
- instalatiile aferente liniei ferate;
- tabloul liniilor (cu lungimile constructive, reale si utile);
- tabloul curbelor si tabloul aparatelor de cale, cu elementele caracteristice ale acestora.

Detaliile importante ale stațiilor şi haltelor, cum ar fi centrele macazelor, ale semnalelor, ale trecerilor la nivel, colțurile construcțiilor, sunt definite pe plan de coordonate.

Toate clădirile şi construcțiile tehnice şi de serviciu, existente pe plan se numerotează într-o ordine bine stabilită.



Primul număr, în toate cazurile, îl are clădirea cu sala de aşteptare a pasagerilor; următoarea clădire fiind cea mai din stânga de pe foaia de plan, numerotarea clădirilor făcându-se de la stânga spre dreapta pe fiecare foaie de plan. Clădirile cu destinaţie specială (depou, săli de aşteptare, etc.) capătă şi denumirea corespunzătoare.

Relieful terenului se reprezintă pe planuri curbe de nivele cu echidistanţa de 1 m.

Peste zona afectată de cale ferată, de clădiri, străzi, lucrări de artă nu se trasează curbe de nivel.

Pe planuri pot fi amplasate scheme de dispunere a planşelor, informaţii privind coordonatele punctelor bazei geodezice, lista reperilor, macazelor sau clădirilor.

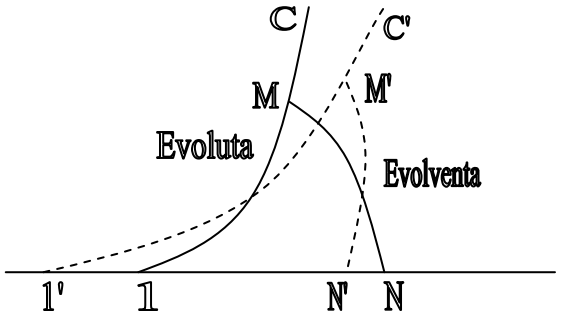
Profilele longitudinale pe căile principale, se întocmesc la scara orizontală 1:10000 şi verticală 1:1000.

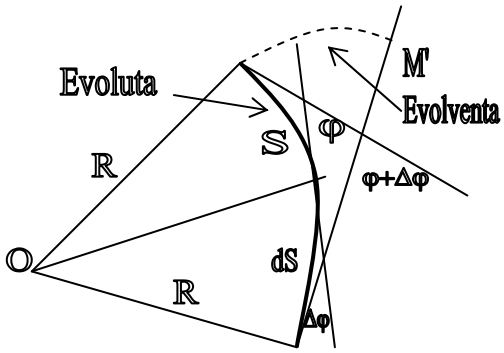
Profilele transversale se întocmesc la scara 1:200 sau 1:100 sau conform cerinţelor proiectului.

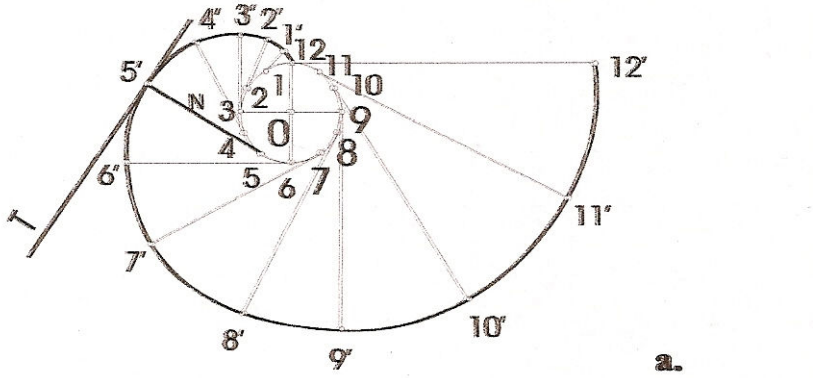
5.4. Ridicarea curbelor de cale ferată

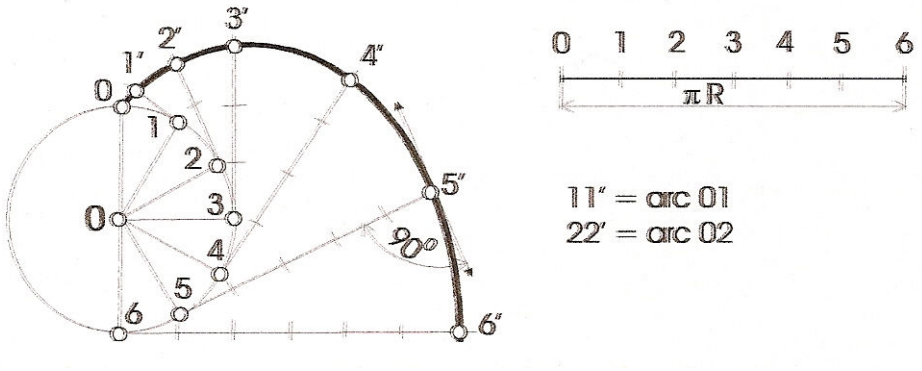
Pentru CF curbele sunt foarte importante, efectuându-se ridicări topografice pe aceste sectoare în scopul trasării, determinării elementelor acestora, precum şi pentru determinarea corecţiilor ce trebuie aduse curbei pentru a o readuce la forma proiectată.

În cazul unei mici deplasări a CF, aceasta poate fi calculată prin *diferenţele dintre evolventa proiectată şi cea determinată prin măsurare* (metoda Höfer).









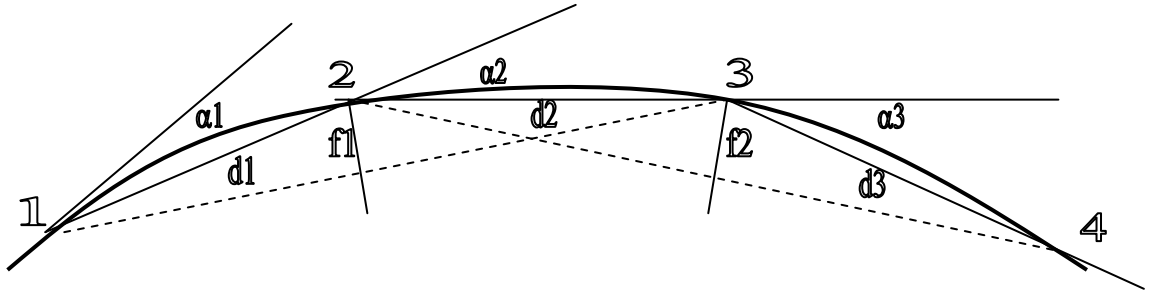
Evolventa sau desfăşurata cercului este curba descrisă de un punct al unei drepte (tangentă) generatoare care se rostogoleşte fără alunecare pe un cerc director (fix), evoluta.

Pentru o curbă circulară evolventa proiectată se calculează cu relaţia: $E_p = \frac{S^2}{2R}$, unde S este lungimea curbei de la punctul iniţial până la punctul unde se calculează evolventa.

Mărimea evolventei se determină cu elementele măsurate pe teren astfel: $E_{Si} = d_i \cdot \sum_1^i \varphi_i$, unde d_i este mărimea corzii (sectorului) în care se divide curba, iar φ_i este unghiul de rotaţie al corzii (în radiani) faţă de direcţia tangentei iniţiale (azimutul corzii respective).

După împărţirea curbei în sectoare egale, se numerotează punctele de la "0" la "n" măsurându-se elementele pentru calculul azimutului corzilor, prin diferite procedee:

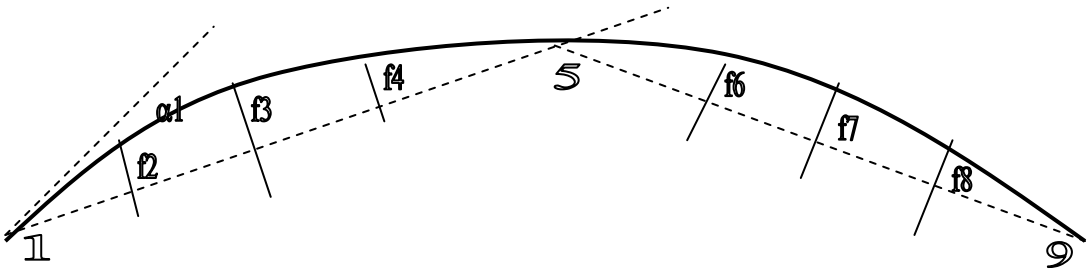
1. Procedeul măsurării unghiurilor de rotaţie α_1, α_2, ...α_n, corespunzătoare corzilor d_1, d_2, …d_n (metoda Schramm).
2.



3. Procedeul măsurării săgeților curburii, f_1, f_2,….f_n. Unghiurile α_i se calculează pe baza valorilor săgeților curburii, măsurate pe teren la mijlocul coardei "d_i" (vezi figura de mai sus).

4. Procedeul mixt (al diferențelor de evolvente)

Atunci când unghiurile de rotație se măsoară la 60 - 100 m, iar în interiorul acestui interval, din 20 în 20 m se măsoară ordonatele f_i ale curbei pe coardă.

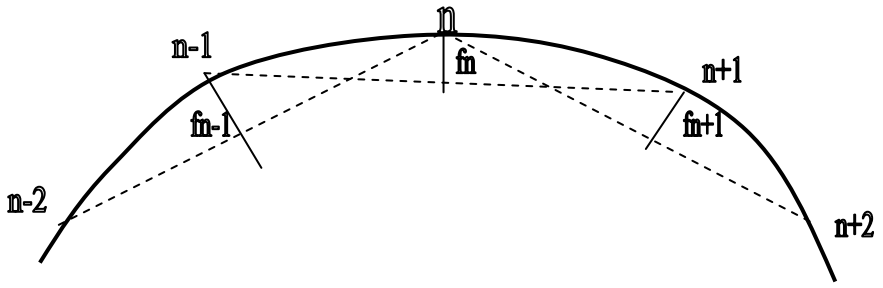


5. Fotogrammetric: unghiurile se măsoară la un aparat fotogrammetric special, pe fotograme la scară mare pentru curba de interes (metoda propusa de Rabinovici).

5.4.1. Ridicarea curbelor prin procedeul măsurării săgeților curburii

Simultan cu pichetajul căii ferate, porțiunea curbă se împarte în tronsoane de 10 m, care se marchează pe inima şi ciuperca şinei.

Măsurarea săgeții se începe pe porțiunea dreaptă a căii şi se încheie după terminarea curbei. Sectorul de cale poate fi considerat drept dacă mărimea absolută a săgeților măsurate nu depăşesc 1mm şi suma algebrică a lor tinde spre 0.



La măsurarea săgeților curburii se foloseşte un fir de nailon de 0,5 – 0,7 mm grosime, cu o lungime de 20 mm şi o riglă metalică gradată milimetric.

Firul de nailon se întinde succesiv între puncte cu numere pare şi impare, măsurându-se săgeata la mijlocul corzii, în dreptul punctului marcat pe şină. Se efectuează 2 citiri cu precizia de 0,5 mm şi nu trebuie să difere cu mai mult de 1 mm, una de cealaltă.

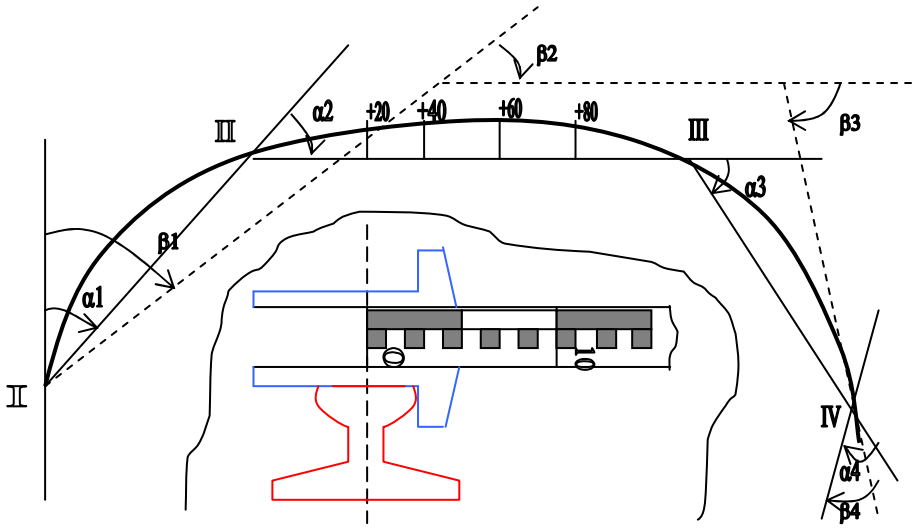
Procedeul descris mai sus este larg utilizat, obținându-se o precizie ridicată în determinarea elementelor curbei, inclusiv obținerea unghiului total de rotație şi a mărimilor deplasărilor pentru corectarea curbei.

Un avantaj important este faptul că măsurarea săgeții curburii permite mecanizarea şi automatizarea procesului de ridicare a curbei, datele obținute se pot folosi la calculul direct al corecției curbelor, fără o prelucrare prealabilă.

5.4.2. Ridicarea curbelor CF prin procedeul diferențelor de evolute (autor HONIKBERG)

Cu o ruletă, se marchează pe firul exterior al căii, intervale de 20 m (coarde elementare) şi se bat țăruşi la 100 m.

Marcajul începe cu 40-60 m înaintea începerii curbei şi se încheie după sfârşitul curbei.



După împărțirea curbei, în punctele I, II,…se trasează în axul şinei vârfurile unghiurilor de rotație a coardelor, față de care se face ridicarea curbei.

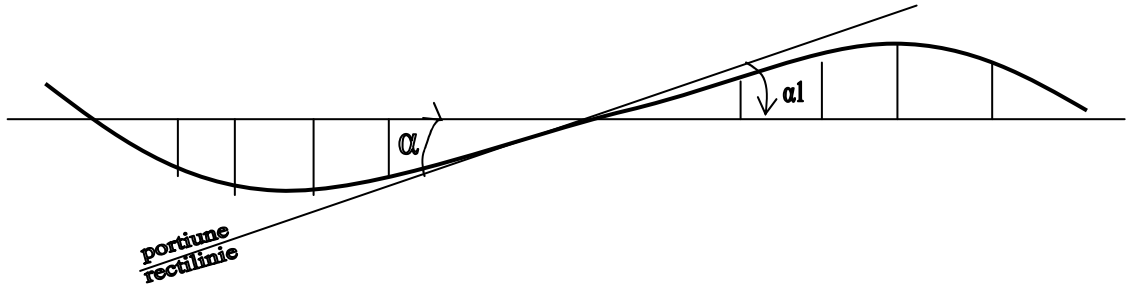
Inițial se centrează teodolitul în punctul I situat în axul ciupercii şinei măsurându-se unghiul α_i cu o serie completă, față de direcția I-II măsurându-se apoi săgețile din 20 în 20 m, citind pe o mira specială dispusă orizontal față de axul şinei, cu o precizie de ± 1 mm.

Săgețile curburii se măsoară şi atunci când teodolitul este în punctul II, deci direct şi invers, luându-se valoarea medie. Diferența dintre valori nu trebuie să depăşească 5 mm.

Pentru controlul măsurării unghiurilor α, simultan se măsoară unghiurile β, vârfurile acestor unghiuri fiind alese arbitrar, dar primul şi ultimul punct trebuie să coincidă.

$$\sum \alpha_i - \sum \beta_i \le 45^{cc}\sqrt{n}$$ (unde n este numărul de unghiuri).

La ridicarea curbelor compuse în sensuri diferite, care au o porțiune de tranziție rectilinie, punctul de staționare cu teodolitul se ia aproximativ la jumătatea porțiunii rectilinii, a cărei orientare se determină aproximativ şi se fixează printr-un aliniament.



Direcţia acestui aliniament se consideră drept direcţie de referinţă (tangenţa iniţială) şi de la aceasta se determină unghiurile de rotaţie ale fiecărei curbe.

Curbele compuse în acelaşi sens se ridică cu o drumuire continuă (ca o singură curbă).

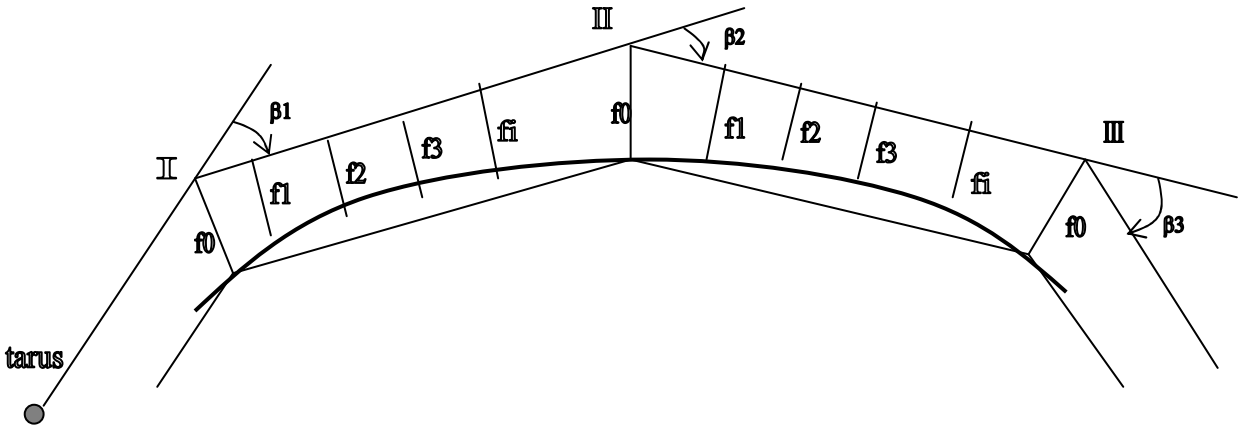
Dezavantajul acestui procedeu constă în aceea că săgeţile curburii se măsoară faţă de coarde care se sprijină pe şinele căii, care îşi modifică poziţia după fiecare trecere a trenului.

Din acest motiv, datele culese corespund doar poziţiei căii în momentul ridicării, dar indiferent de neajunsuri, procedeul este larg utilizat.

5.4.3. Ridicarea curbelor din puncte de drumuire

Aplicarea acestui procedeu sporeşte considerabil siguranţa ridicării folosindu-se când căile sunt ocupate de garnituri staţionare sau în mişcare.

Pentru acest procedeu se amplasează laturi de drumuire paralele cu corzile mari (80-100 m) la 2,5 - 3,0 m , drumuire ce se desfăşoară pe bancheta terasamentului de pământ.

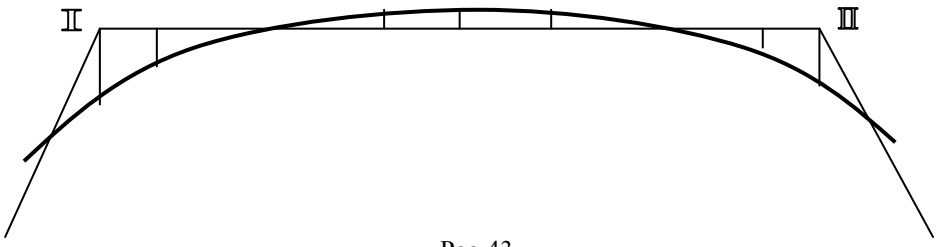


Vârfurile drumuirii se marchează cu borne sau ţăruşi, laturile drumuirii împărţindu-se în segmente de 20 m, măsurându-se săgeţile de la acestea la firul şinelor.

Unghiurile orizontale ale drumuirii se măsoară cu teodolite de precizie, iar săgeţile se citesc cu precizia de ± 1mm pe mire dispuse orizontal.

5.4.4. Ridicarea curbelor prin procedeul secantelor

Acest procedeu este asemănător cu cel precedent, numai că laturile drumuirii sunt secante la curbă.



Curba se divide în segmente de 20 m. Distanţele dintre vârfurile drumuirii, în funcţie de raza curbei, sunt în jur de 120 m, sau mai mult, unghiurile măsurându-se cu cel puţin o serie completă.

Simultan cu măsurarea unghiurilor se măsoară şi săgeţile curburii curbei la intervale de 20m. ca urmare săgeţile se măsoară atât în interiorul cât şi în exteriorul curbei faţă de secanta stabilită optic cu teodolitul. Pentru aceasta mira trebuie echipată corespunzător măsurării atât în interior cât şi în exterior curbei, săgeţile fiind negative sau pozitive.

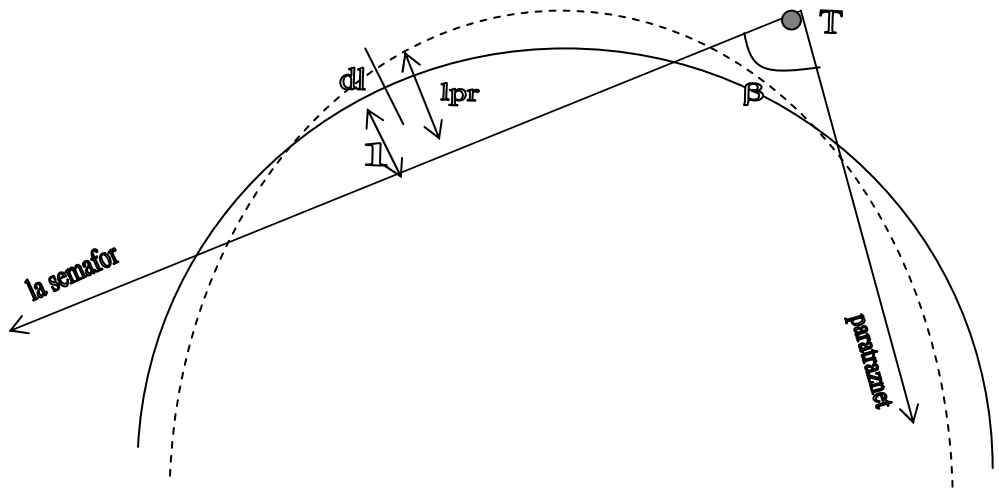
Principalul avantaj al acestei metode este că : modificarea poziţiei căii în plan, din momentul ridicării până în momentul corectării (ripării), nu are influenţă asupra preciziei de corectare a căii, corectarea făcându-se faţă de secanta materializată de puncte care nu se află pe calea ferată (deformabilă).

Numărul unghiurilor pe curbă se micşorează de două ori.

Procesul lucrărilor se accelerează, deoarece la trecerea unui tren nu trebuie deplasat teodolitul, îmbunătăţindu-se condiţiile de siguranţă.

Secantele pot fi folosite ulterior la evaluarea deformaţiilor în timp ale căii.

5.4.5. Procedeul lui LUTZ de ridicare a curbelor



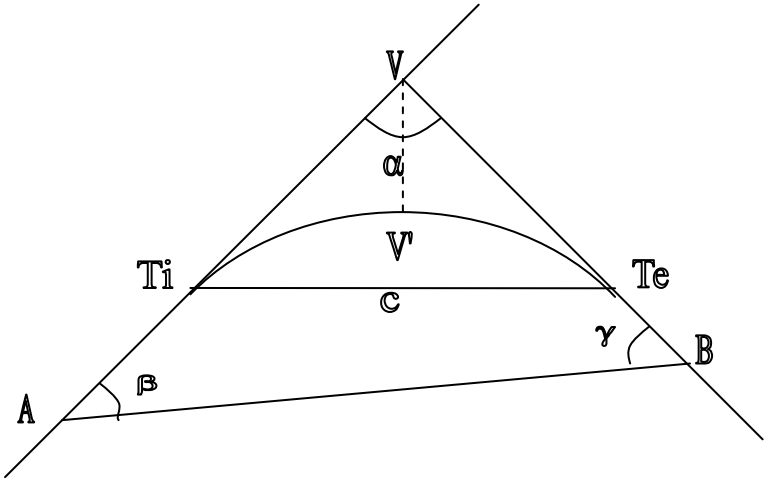
Constă în următoarele :

- cu teodolitul fixat în T, se măsoară unghiul β
- din 5 în 5 m ai curbei se măsoară perpendicularele l_i faţă de aliniamentul format, cu precizia de 1÷2 mm
- ulterior se calculează elementele optime ale curbei circulare l_{pr}, apoi corecţiile $\Delta l_i = l_{pr} - l_i$
- având lungimea proiectată a perpendicularelor, se poate aduce curba la forma proiectată, lucru care este urmărit de fapt.

5.4.6. Cazuri particulare de ridicare a curbelor

Dacă ridicarea curbei se face în scopul determinării elementelor ei, fără calculul mărimilor ripărilor căii, atunci se pot considera câteva cazuri particulare :

- <u>Primul caz</u> – când este vorba de un viraj mic care permite marcarea în teren a poziţiei vârfului curbei



Pe sectorul rectiliniu se alege un punct A unde se instalează un teodolit care se orientează în lungul aliniamentului. Se dă luneta peste cap vizându-se către V. Se găseşte punctul T_i deplasând un jalon pe axul şinei până când jalonul părăseşte direcția firului reticular vertical.

Se măsoară apoi unghiul β spre un punct B situat pe porțiunea rectilinie de după curbă.

Teodolitul se mută în punctul B, unde se execută aceleaşi operații ca şi în punctul A pentru a găsi poziția punctului T_e, după care se măsoară unghiul γ.

În punctul V se măsoară unghiul α, care trebuie să fie egal cu: $\alpha = 200^g - (\beta + \gamma)$, pentru control.

Trasând $\frac{\alpha}{2}$ se găseşte poziția centrului curbei V' şi se măsoară lungimea bisectoarei VV'.

Cunoscând unghiul de frângere al aliniamentelor şi mărimea bisectoarei se poate calcula raza R, luându-se o valoare rotundă standard şi pe baza acesteia se recalculează toate elementele curbei.

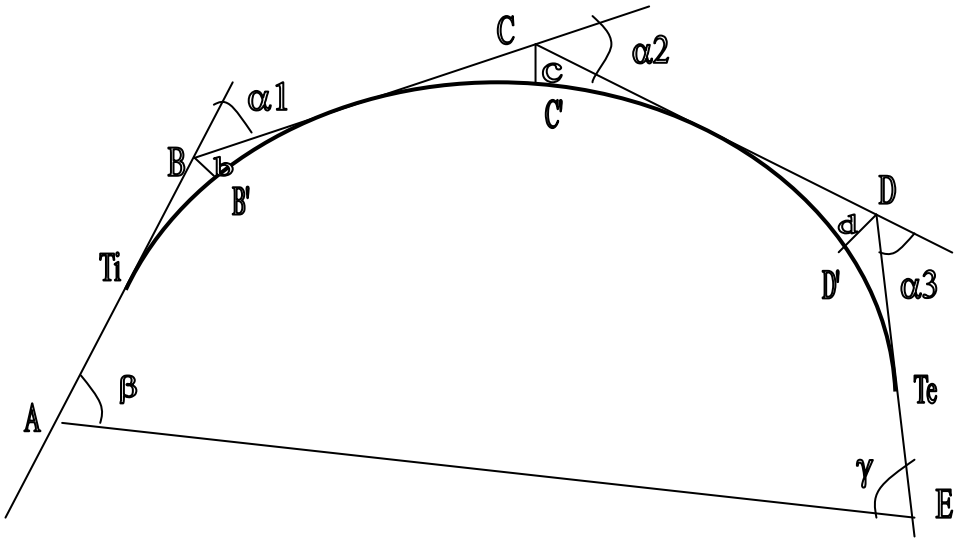
$$b = R\left(\frac{1}{\sin\frac{\alpha}{2}} - 1\right) = R\left(\cos ec\frac{\alpha}{2} - 1\right) \rightarrow \mathbf{R}$$

$$T = R \cdot ctg\frac{\alpha}{2}; \qquad C = 2l = \frac{\pi \cdot R\left(200^g - \alpha\right)}{200^g}; \qquad c = R \cdot \sin\frac{\left(200^g - \alpha\right)}{2};$$

$$f = R\left(1 - \cos\frac{\left(200^g - \alpha\right)}{2}\right) = 2 \cdot R \cdot \sin^2\frac{\left(200^g - \alpha\right)}{2}$$

Amplasând simetric față de mijlocul curbei V', pozițiile de început şi de sfârşit ale curbei circulare, ceea ce rămâne sunt curbele de tranziție.

- Cazul al doilea - când avem de–a face cu un viraj larg sau alte cauze şi nu se poate marca pe teren vârful curbei.



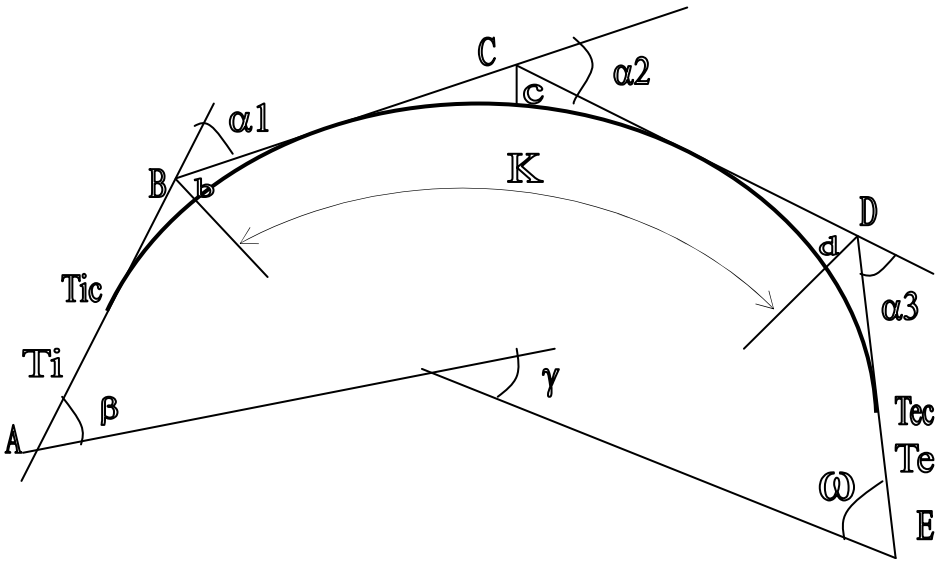
Se determină poziţiile punctelor T_i şi T_e la fel ca în cazul precedent, apoi se măsoară unghiurile β, γ, $\alpha_1, \alpha_2 \ldots .\alpha_n$ formate de tangentele la firul şinei.

Controlul : $\alpha = \alpha_1 + \alpha_2 + ...\alpha_n = 200^g - (\beta + \gamma)$

Se măsoară bisectoarele tuturor unghiurilor α_i şi se determină razele porţiunilor de curbă, raza curbei mari fiind o valoare medie.

Folosind unghiul iniţial şi final al virajului se determină poziţiile T_i şi T_e ale curbei circulare, diferenţa de curbă de la capete reprezintă curbe de tranziţie.

- <u>Cazul al treilea</u> – acesta ca şi cel anterior, duce la determinarea elementelor curbei măsurând unghiuri mici în apropierea curbei, atunci când vârful curbei este inaccesibil.



Deoarece raza de la porţiunea rectilinie până la curba circulară este variabilă, razele parţiale pentru primul şi ultimul unghi au deformaţii. Pentru evitarea influenţei curbelor de tranziţie de la capete, asupra determinării razei curbei circulare, aceasta se determină în limita unui interval K al curbei, între punctele B şi D spre exemplu.

Pentru aceasta curbă, unghiul de viraj se determină astfel :

$$\alpha_k = \left(\frac{\alpha_1}{2} + \alpha_2 + ... + \alpha_{n-1} + \frac{\alpha_n}{2} \right)$$

Pentru această porțiune se determină lungimea curbei K, corespunzătoare unghiului α_k, şi va rezulta raza R.

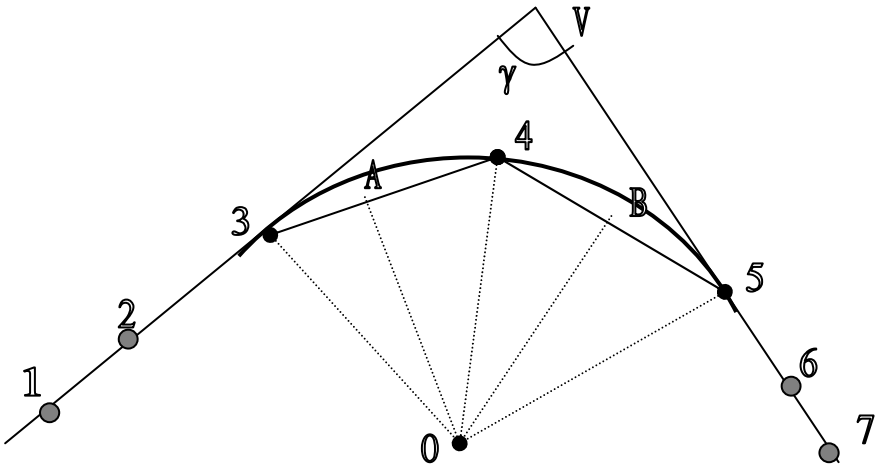
Pentru control se determină razele particulare pentru unghiurile α_2, ….α_{n-1} şi a bisectoarelor corespunzătoare măsurate. Astfel, în principiu se respectă aceeaşi ordine a lucrărilor ca în procedeul anterior, trebuind determinate punctele T_i, T_e, măsurate unghiurile α_1, α_2….α_n, β, γ, ω, toate bisectoarele şi lungimea curbei K.

Un control este: $\alpha = \alpha_1 + \alpha_2 + ... + \alpha_n = 200^g - (\beta + \gamma + \omega)$

Determinare punctelor T_{ic} şi T_{ec} ale curbei circulare se face la fel ca la procedeul anterior.

5.4.7. Determinarea analitică a elementelor curbei din coordonate

Elementele curbei pot fi obținute din coordonatele punctelor măsurate direct pe teren. Pentru aceasta este necesar să existe câte două puncte pe sectoarele rectilinii anterior şi posterior curbei şi cel puțin trei puncte pe curbă.



Distanța între punctele din sectoarele rectilinii să fie cât mai mare, iar pe curbă, două puncte trebuie să fie dispuse, pe cât posibil, cât mai aproape de marginile curbei, iar cel de–al treilea la mijlocul curbei.

Unghiul de frângere al aliniamentelor se determină din diferența orientărilor direcțiilor 12 şi 67: $\gamma = \theta_{67} - \theta_{21}$

Coordonatele centrului curbei se pot determina în felul următor :

- se calculează coordonatele punctelor A şi B, care sunt la mijloacele segmentelor 34 şi respectiv 45:

$$x_A = \frac{x_3 + x_4}{2} \quad ; \quad y_A = \frac{y_3 + y_4}{2}$$

$$x_B = \frac{x_4 + x_5}{2} \quad ; \quad y_B = \frac{y_4 + y_5}{2}$$

- din coordonatele punctelor 3,4,5 se pot determina orientările direcțiilor 34 şi 45
- direcțiile AO şi BO sunt perpendiculare pe direcțiile 34 şi 45, intersecția celor două direcții ducând la obținerea coordonatelor centrului curbei "O".

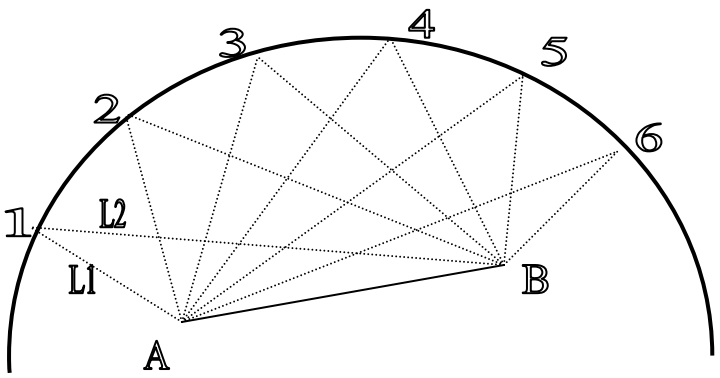
Raza curbei se poate calcula pornind de la coordonatele centrului şi un punct al curbei:

$$R = \sqrt{(x_0 - x_4)^2 + (y_0 - y_n)^2}$$

5.4.8. Ridicarea curbelor CF utilizând aparate electronice de măsurare a distanțelor (stații totale)

Stațiile totale de înaltă precizie permit determinarea coordonatelor punctelor de pe curbă prin procedeul polar cu precizia ridicată, la intervale de 10÷20 m.

Pe baza coordonatelor acestor puncte se pot calcula principalii parametri ai curbei şi corecțiile necesare.



Observațiile de teren se execută în următoarea succesiune:
- în afara căii ferate se constituie o bară AB
- începând din aliniament se marchează pe şină puncte din 10 în 10 m sau din 20 m în 20 m.
- asupra acestor puncte se fac observații duble din A şi din B
- din coordonatele punctelor de pe curbă se pot determina lungimea curbei, mărimea razei, a unghiului de viraj, a tangentelor şi a corecțiilor

Datele furnizate de stațiile totale trebuie prelucrate pe un calculator într-un sistem local unitar pentru fiecare curbă.

Combinația calculator–stație totală este o condiție necesară a utilizării acestui procedeu, mai mult, dacă există în calculator elementele proiectate ale curbei, prin comparație se pot determina corecțiile exacte ce trebuie aplicate curbei (riparea)

5.5. Utilizarea vagoanelor de masurat calea

Vagonul de măsurat calea ferată, ca instalaţie specializată, pe lângă faptul că este înzestrat cu sisteme de masură cu o tehnicitate înalta, înglobând realizări recente din ramuri de vârf ale tehnicii - cum ar fi: mecanica fină, hidraulica, pneumatica, electrica/electronica, conversia semnalelor, informatica, tehnica de calcul, calcul statistic, optica, robotica, audio-video, transmisia informaţiei, tehnica GPS (de poziţionare globala prin sateliţi) etc., necesită totuşi o serie de acţiuni conexe, pentru a beneficia efectiv şi în totalitate de posibilităţile acestuia.

Funcţia globală a vagonul de măsurat calea ferată este aceea de a efectua în timp real măsurarea, prelucrarea, analizarea, inregistrarea şi emiterea de grafice şi rapoarte privind valorile parametrilor geometrici ai căii de rulare şi ai liniei de contact (pentru caile electrificate) în timp ce se deplasează autopropulsat, în gama de viteze 0 - Vmax. km/h.

Acest vagon specializat poate prelua parametrii şi defectele căii ferate rezultate în urma unor analize, rezultând:

- poziţia indicatorilor kilometrici şi hectometrici de-a lungul căii măsurate;
- ecartamentul căii;
- defectele de direcţie în aliniament şi în curbe (defectele razelor curbelor pe curbe circulare şi pe cele de tranziţie), în plan orizontal, prin precizarea săgeţilor pe fiecare dintre cele două fire ale căii;
- defectele de profil în lung al fiecărui fir al căii (şinei), în plan vertical, prin precizarea săgeţilor pe fiecare dintre cele două fire ale căii şi determinarea nivelului;
- defectele de nivel transversal al căii în aliniament, respectiv supraînălţarea căii în curbe şi în curbele de racordare;
- defectele de torsiune ale căii date pe orice lungime;
- determinarea profilului transversal şi a defectelor de uzură pe suprafetele orizontale şi verticale ale coroanei şinelor;

- unghiul de înclinare a şinelor în plan vertical;
- defectele de rugozitate a şinelor;
- înalţimea conductoarelor liniei de contact faţă de planul de rulare, cu precizarea defectelor;
- dezaxarea firului de contact, cu precizarea defectelor;
- uzura firului de contact, cu precizarea defectelor;
- panta şi săgeata firului de contact, cu precizarea defectelor;
- distanţa relativă dintre doua conductoare ale liniei de contact, cu precizarea defectelor;
- lungimea fiecărei zone de ancorare;
- poziţia suporţilor liniei de contact;
- forţele dinamice între pantograf şi linia de contact, acceleraţia verticală a părţii culisante a pantografului şi prelucrarea datelor obţinute;
- urmărirea pe monitor şi înregistrarea pe bandă video a imaginilor căii şi ale zonei adiacente acesteia;
- urmărirea pe monitor şi înregistrarea pe bandă video a imaginilor liniei de contact, cu posibilităţi de focalizare pe oricare dintre elementele acesteia;
- urmărirea pe monitor şi înregistrarea pe bandă video a imaginilor suprafeţei de rulare a şinelor, cu posibilităţi de focalizare pe oricare dintre elementele căii din zona şinelor, cum ar fi prinderile căii, traversele, piatra spartă;
- depistarea şi marcarea pe grafice/rapoarte a punctelor importante de pe teren, ca: staţii, poduri, tuneluri, aparate de cale, treceri la nivel, semnale, stâlpi de electrificare etc.;
- măsurarea continuă şi înregistrarea vitezei de circulaţie a vagonului în timpul măsurătorilor.

Pe lângă măsurarea efectivă şi preluarea informaţiilor asupra stării şinei şi a liniei de contact, vagonul de măsurat calea ferată analizează valorile fiecărui parametru măsurat şi le grupează defectele în mai multe categorii. În funcţie de categoria în care se încadrează defectul, se pot lua decizii imediate (ca, de exemplu, introducerea de restricţii în caz de pericol), pe termen mediu şi pe termen lung. Totodata, vagonul de măsurare atribuie fiecărui parametru măsurat un indice de calitate pe categorii fixate de utilizator.

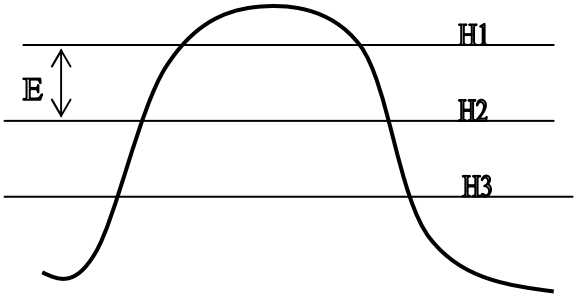
Pentru fiecare parametru, vagonul de măsurare poate calcula statistic valoarea abaterii standard de determinare, permiţând compararea comodă a valorilor parametrilor obţinute în curse diferite de măsurători şi determinarea vitezei de accentuare a defectelor. Pe baza acestora, se pot stabili gradul şi viteza globală de degradare a şinelor şi reţelei de contact în intervalul dintre cele două curse de măsurători comparate.

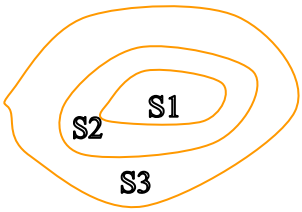
6. Calculul volumului de terasamente

Formele complexe de relief nu permit un calcul exact al volumelor de terasamente (săpătură sau umplutură), dar există diferite procedee, unele mai precise şi altele mai puţin precise.

6.1. Calculul volumelor folosind curbele de nivel de pe hărţi (metoda fâşiilor orizontale)

Curbele de nivel secţionează corpul terasamentului într-un şir de fâşii (straturi), a căror înălţime (grosime) este E.





Volumul unei astfel de fâşii este: $\mathbf{V_f = \frac{S_1 + S_2}{2} \cdot E}$

unde $\mathbf{S_1, S_2}$ sunt suprafeţele orizontale delimitate de curbele de nivel de cote H_1 şi respectiv H_2, suprafeţe ce pot fi determinate cu planimetrul polar sau grafic.

Volumul total va fi:

$$\mathbf{V = \sum V_f = \frac{S_1 + S_2}{2} \cdot E + \frac{S_2 + S_3}{2} \cdot E + ... + \frac{S_{n-1} + S_n}{2} \cdot E = \left(\frac{S_1}{2} + S_2 + S_3 + ... + S_{n-1} + \frac{S_n}{2} \right) \cdot E}$$

$$\mathbf{V = \left(\frac{S_1 + S_n}{2} + \sum_{i=2}^{n-1} S_i \right) \cdot E}$$

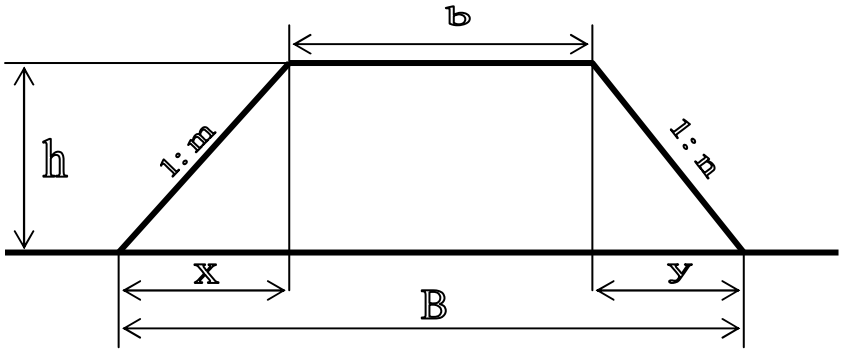
Cu această relaţie nu se poate calcula şi volumul aflat deasupra cotei mai mari sau sub cota cea mai mică . Aceste volume suplimentare V_{supl} se pot calcula, funcţie de forma de relief, cu diferite relaţii:

- aproximativ con : $V_{sup1} = \frac{1}{3} \cdot S_n \cdot h_n$
- aproximativ trunchi de paraboloid : $V_{sup2} = \frac{1}{2} \cdot S_n \cdot h_n$
- aproximativ zonă sferică : $V_{sup3} = \frac{1}{2} \cdot S_n \cdot h_n + \frac{1}{6} \cdot \pi \cdot h_n^3$

unde S_n este suprafaţa planului de cotă cea mai mare, respectiv cea mai mică
h_n este înălţimea corpului.

6.2. Calculul volumelor digurilor şi canalelor

- Acest calcul se bazează pe forma trapezoidală a secţiunii digurilor sau canalelor.



Se dau: b, h, 1: m ($\mathbf{m} = \frac{1}{\mathbf{tg}\alpha}$), 1:n

Se calculează: $\mathbf{B} = \mathbf{b} + \mathbf{x} + \mathbf{y} = \mathbf{b} + \mathbf{m} \cdot \mathbf{h} + \mathbf{n} \cdot \mathbf{h}$

$$\mathbf{S} = \mathbf{b} \cdot \mathbf{h} + \left(\frac{\mathbf{m} + \mathbf{n}}{2} \right) \cdot \mathbf{h}^2$$

Când trapezele au aceeaşi pantă (m) suprafața secțiunii se calculează cu relația:

$$\mathbf{S} = \mathbf{b} \cdot \mathbf{h} + \mathbf{m} \cdot \mathbf{h}^2$$

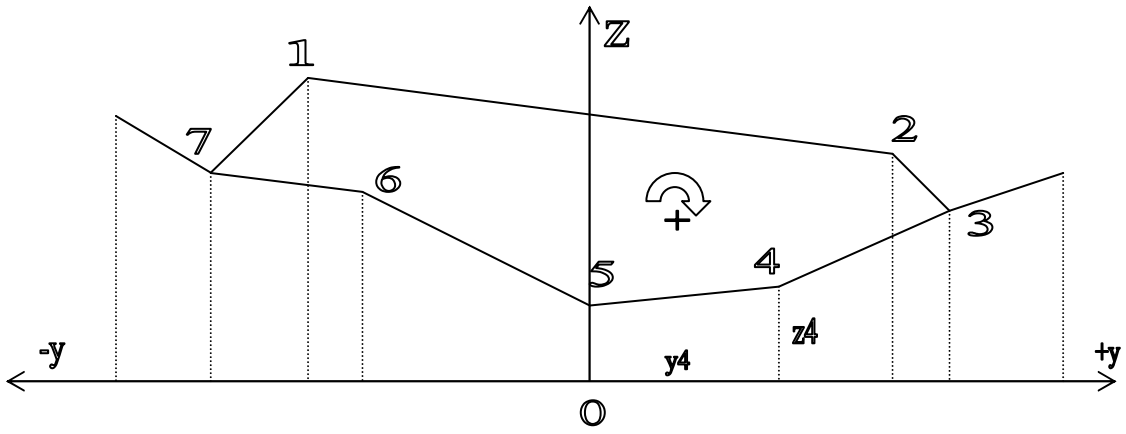
Volumul prismei pe o lungime L se calculează cu relația:

$$\mathbf{V} = \left(\frac{\mathbf{S}_1 + \mathbf{S}_2}{2} \right) \cdot \mathbf{L} \text{ (Formula prismelor)}$$

Pentru o aproximare mai bună se poate folosi "Formula trunchiului de piramidă"

$$\mathbf{V} = \frac{1}{3} \left(\mathbf{S}_1 + \sqrt{\mathbf{S}_1 \cdot \mathbf{S}_2} + \mathbf{S}_2 \right) \cdot \mathbf{L}$$

- Când se pot determina profilele transversale, cel al terenului şi cel proiectat, precizia de determinare a volumului este mai bună.



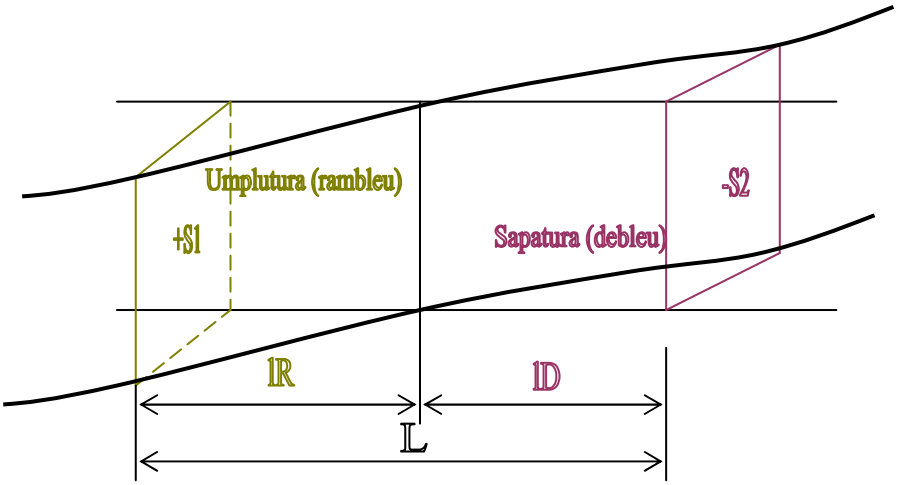
Suprafața transversală a terasamentelor se poate determina astfel:

$$\mathbf{S} = \frac{1}{2}\sum_{i=1}^{n} \mathbf{z_i}\left(\mathbf{y_{i+1}} - \mathbf{y_{i-1}}\right) \text{ sau}$$

$$\mathbf{S} = \frac{1}{2}\sum_{i=1}^{n} \left(\mathbf{y_i} + \mathbf{y_{i+1}}\right)\left(\mathbf{z_i} - \mathbf{z_{i+1}}\right) \qquad \text{Formula trapezului lui Gauss}$$

Relațiile de calcul ale volumelor "Formula prismelor" şi "Formula trunchiului de piramidă", sunt valabile pentru suprafețe S_i de acelaşi semn, deci când se face numai umplutură sau numai săpătură.

Pentru porțiuni de trecere de la săpătură la umplutură sau invers, calculele decurg astfel :



$$\mathbf{V_u} = \frac{1}{2}\cdot \mathbf{S}_1 \cdot \mathbf{l_R} \qquad \mathbf{V_s} = \frac{1}{2}\cdot \mathbf{S}_2 \cdot \mathbf{l_D}$$

$$\mathbf{l_R} = \mathbf{L}\cdot \frac{|\mathbf{S}_1|}{|\mathbf{S}_1| + |\mathbf{S}_2|} \qquad \mathbf{l_D} = \mathbf{L}\cdot \frac{|\mathbf{S}_2|}{|\mathbf{S}_1| + |\mathbf{S}_2|}$$

unde l_R – lungimea rambleului
l_D – lungimea debleului
L - distanța dintre profile

În această situație cu "Formula prismelor" se poate determina diferența celor două volume:

$$\Delta\mathbf{V} = \mathbf{V_u} - \mathbf{V_s} = \frac{1}{2}\cdot\left(\mathbf{S}_1 + \mathbf{S}_2\right)\cdot \mathbf{L}$$

7. Ridicarea topografică a văii râurilor, bazinului hidrografic, a zonei lacului şi litoralului maritim

7.1. Ridicarea topografică a văii râurilor

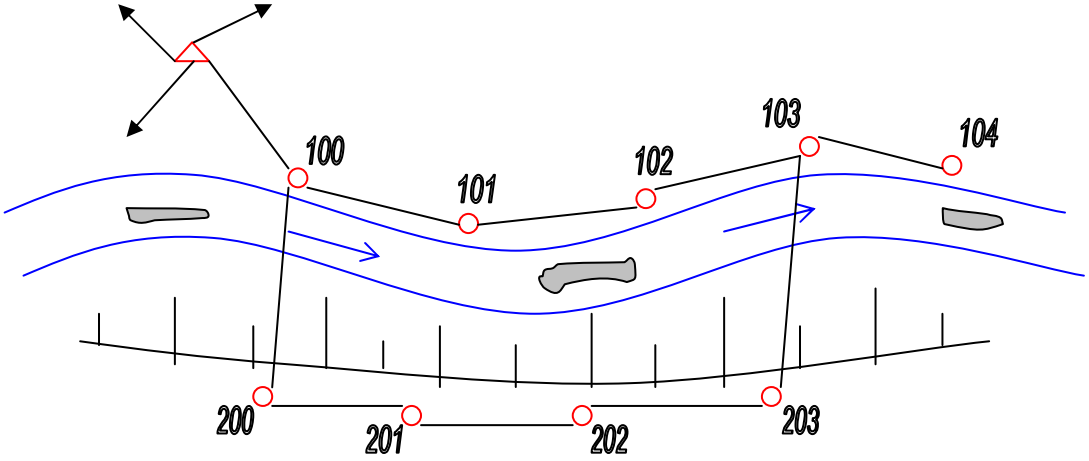
Cuprinde: - ridicarea planimetrică şi altimetrică a malurilor şi a zonelor limitrofe;
- ridicarea planimetrică şi altimetrică a albiei râurilor.

7.1.1 Reţeaua de sprijin

Condiţii ce trebuie îndeplinite:

- Să asigure reprezentarea planimetrică a terenului (obiective existente, coturi şi meandre ale albiei, insule şi bancuri de nisip din albia râului, etc.)
- Să asigure reprezentarea reliefului (altimetrică) terenului a fundului albiei, a cotei nivelurilor apei în lungul râului şi transversal pe râu.

De regulă, reţeaua de sprijin pentru ridicarea văii şi albiei râului este alcătuită din drumuiri poligonometrice planimetrice şi de nivelment geometric, fixate pe un singur mal în lungul râului sau pe ambele maluri, când lăţimea albiei depăşeşte 150 m.



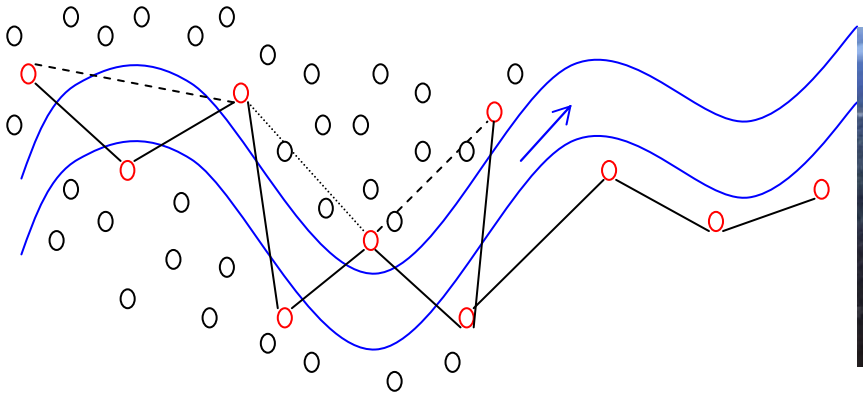
Traseul drumuirii principale, care este aproximativ paralel cu malurile râului şi la limita nivelului apelor mijlocii, are o formă întinsă, cu laturile aproximativ egale cu cca 500 m.

Ea va fi obligatoriu sprijinită la capete pe puncte din reţeaua naţională de triangulaţie şi nivelment. Lungimea maximă a drumuirilor este de 8 – 10 km.

Toate punctele drumuirii planimetrice vor fi şi puncte ale drumuirii de nivelment geometric.

Când drumuirea principală se află pe un mal, se recomandă marcarea unor puncte suplimentare pe malul celălalt, ale căror coordonate se determină prin intersecţie înainte sau dublu radiate (cu tahimetre electronice).

În luncile râurilor de şes, cu meandre şi acoperite cu păduri dese pe maluri, reducând vizibilitatea, drumuirea planimetrică şi de nivelment geometric se proiectează alternativ pe ambele maluri, lângă apă, pe grinduri, etc.



Dacă lățimea apei este mare, drumuirea poate fi înlocuită printr-o microtriangulație. Punctele drumuirii sunt marcate cu borne de beton armat, astfel încât acestea să fie şi repere de nivelment.

După marcarea punctelor de drumuire se execută un pichetaj pe tot traseul văii ce trebuie ridicată. Drept picheți se pot considera "hm" precum şi puncte intermediare (coturi bruşte ale malurilor, gâtuiri ale albiei, schimbări de pantă ale terenului în lungul traseului, în dreptul pragurilor şi bancurilor de nisip din albie, etc.) . Picheții sunt materializați prin țăruşi de lemn cu cui şi țăruşi martori.

Nivelmentul longitudinal va include toate bornele, reperele şi picheții de pe traseu, parii bătuți la oglinda apei (pari de nivel).

În funcție de precizia cerută, drumuirea de nivelment geometric va trebui să se înscrie în precizia impusă de ordinele II- IV de executare a rețelelor de nivelment ($5\text{mm}\sqrt{L_{km}} \div 20\text{mm}\sqrt{L_{km}}$).

7.1.2. Ridicarea detaliilor planimetrice şi altimetrice

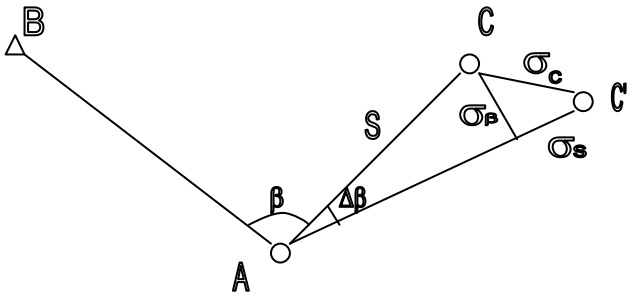
Acest lucru se realizează prin profile transversale, perpendicular pe direcția generală a văii râului, la intervale de 50- 300 m., iar între profile, detaliile vor fi ridicate prin radiere de nivelment geometric sau radiere tahimetrică.

a) Metoda radierii planimetrice

$$\sigma_c^2 = \sigma_s^2 + \sigma_u^2$$

$$\sigma_u = \frac{\sigma_\beta^{cc}}{\rho^{cc}} \cdot s$$

$$\sigma_c^2 = \sigma_s^2 + \left(\frac{\sigma_\beta^{cc}}{\rho^{cc}} \cdot s\right)^2$$

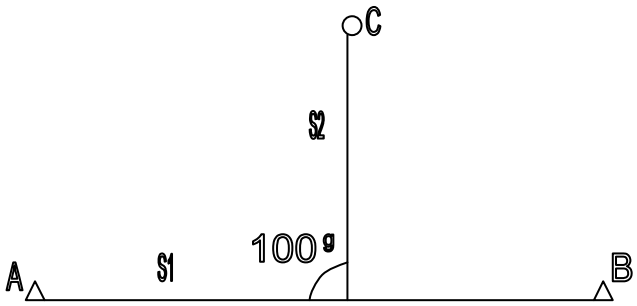


b) Metoda absciselor şi ordonatelor

$$\sigma_c^2 = \sigma_{S1}^2 + \sigma_{S2}^2 + \left(\frac{\sigma_\beta^{cc}}{\rho^{cc}} \cdot S_2\right)^2$$

$$\sigma_{S1} \approx \sigma_{S2}$$

$$\sigma_c^2 = 2 \cdot \sigma_s^2 + \left(\frac{\sigma_\beta^{cc}}{\rho^{cc}} \cdot s_2\right)^2$$



Cunoscând σ_c se pot stabili tipurile de instrumente care pot fi folosite pentru ridicare.

$\sigma_p^2 = \sigma_{p0}^2 + \sigma_{p1}^2 + \sigma_{p2}^2$ - abatere standard de ridicare planimetrică a punctelor

$\sigma_{p0} = \pm\sigma_0\sqrt{q_{xx}^2 + q_{yy}^2}$ - abatere standard rezultată din compensarea rețelei de sprijin

σ_{p1} - abatere standard a drumuirii din care se face ridicarea

$\sigma_{p1} = \sigma_c$ – abatere standard data de metoda de ridicare utilizată

După efectuarea măsurătorilor de ridicare topografică, apar erori la redactarea planului de situație topografic, care este un plan bandă dea-lungul văii râului.

$$\sigma_{pl}^2 = \sigma_p^2 + \sigma_{ca}^2 + \sigma_{de}^2$$

σ_p = abatere standard de la ridicare

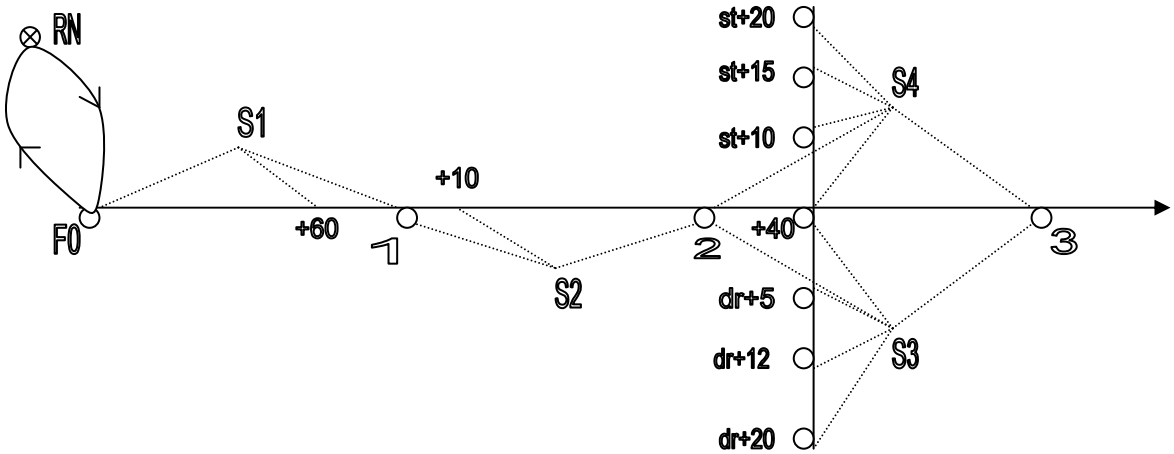
σ_{ca} = abatere standard de cartografiere a punctelor

σ_{de} = abatere standard de desenare a originalului de editare. $\sigma_{ca} \approx \sigma_{de} \approx 0{,}1 \div 0{,}3$ mm.

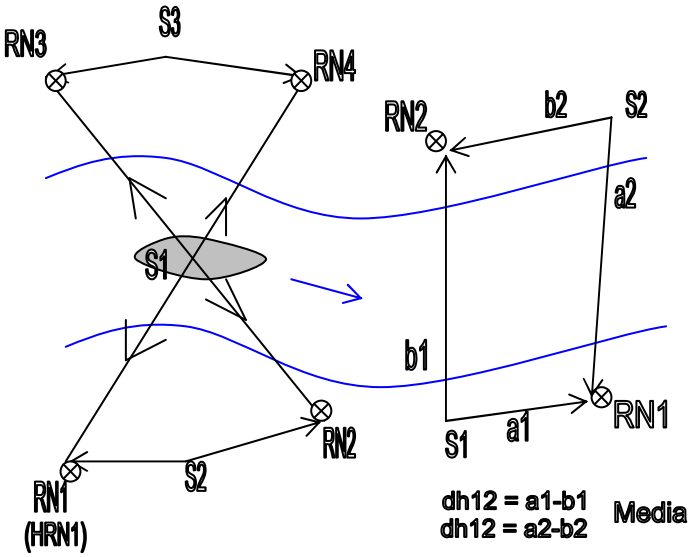
7.1.3 Nivelmentul longitudinal şi transversal

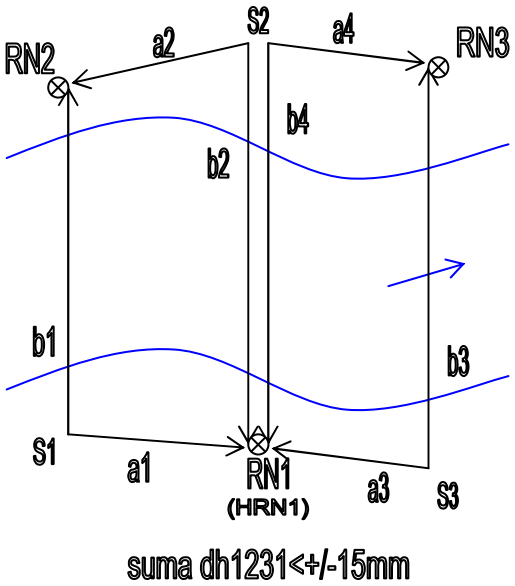
Nivelmentul longitudinal se execută prin nivelment geometric dus-întors, trecând cu traseul prin toate bornele şi toţi picheţii din axul reţelei de sprijin. Picheţii laterali pot fi trataţi ca radieri de nivelment geometric.

Nivelmentul transversal se execută perpendicular pe axul traseului. Punctele de pe profilele transversale nu sunt marcate, ele stabilindu-se prin geometrizarea liniei terenului în secţiune verticală. Nivelmentul transversal se execută odată cu nivelmentul longitudinal.



Transmiterea cotelor peste ape - se realizează pentru a aduce în acelaşi sistem de cote, reperele de nivelment de pe ambele maluri. În mod curent, cotele se transmit de pe un mal pe altul pe podurile existente.





Schemele de mai sus se utilizează atunci când distanţa până la primul pod este foarte mare (primele două scheme pentru lăţimi ale râurilor ≤ 300 m., ultima schemă pentru lăţimi > 300m).

Transmiterea cotelor peste apă prin nivelment geometric dublu:

Schema 1 se utilizează când există o insulă sau un banc de nisip. În prealabil se fixează pe cele două maluri reperele RN1, RN2, RN3 şi RN4. Din staţia S1 se execută citiri pe mirele aşezate pe cei 4 reperi.

Se vor determina diferenţele de nivel între RN1 şi RN3 şi respectiv RN2 şi RN4. Pentru control se determină diferenţele de nivel între RN1 şi RN2 din staţia S2 şi respectiv, diferenţa de nivel între RN3 şi RN4 din staţia S3. Suma diferenţelor de nivel în poligonul RN1-RN3-RN4-RN2-RN1 nu trebuie să depăşească 10 – 20 mm.

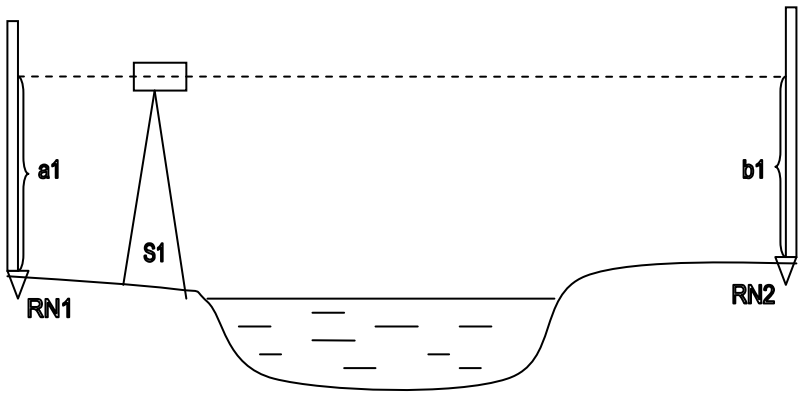
Schema 2 este cel mai frecvent utilizată, fiind de preferat utilizarea simultană a două instrumente de nivelment de precizie de acelaşi tip, pe cele două maluri.

Staţiile S1 şi S2 se aleg la distanţe de 10 -30 m faţă de mirele apropiate de pe reperii RN1 şi respectiv RN2 având grijă să se respecte egalitatea distanţelor: (S1-RN1)=(S2-RN2) şi (S1-RN2)=(S2-RN1).

Abaterea admisibilă a diferenţei de nivel între RN1 şi RN2, pentru o serie de observaţii, este de 5 – 10 mm/100 m distanţă.

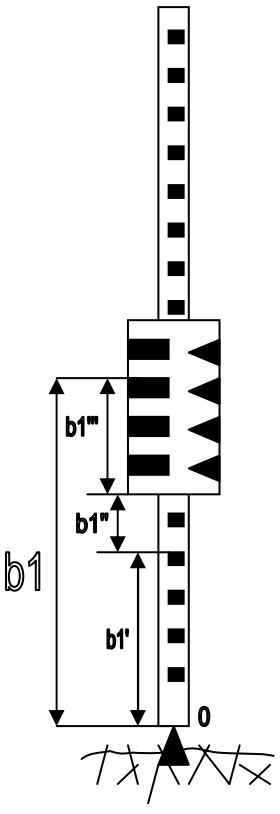
Pentru lăţimi ale râurilor mai mari de 300 m se utilizează ***schema 3***, fixându-se pe un mal reperul permanent RN1 de cotă cunoscută, iar pe celălalt mal reperele RN2 şi RN3, astfel încât aceste repere să formeze un triunghi isoscel.

Pe mire se montează panouri care vor fi deplasate corespunzător de către ajutorul operatorului de la miră, la indicaţiile operatorului. Observaţiile se fac simultan în staţiile S1 şi S2 pe mirele apropiate şi apoi pe cele îndepărtate, şi similar, în aceeaşi ordine în staţiile S2 şi S3.



$$\Delta H_{RN1-RN2} = a_1 - b_1$$

$$b_1 = b_1^{'} + b_1^{''} + b_1^{'''}$$



Pe mira îndepărtată va fi dirijată deplasarea unui panou special, astfel încât să fie încadrată o diviziune a panoului de pana reticulului instrumentului de nivelment geometric.

Pe panou sunt gravate diviziuni identice cu cele de pe mira utilizată, dar mărite de un număr de ori (5, 10, 15, 20 de ori), în funcţie de lăţimea râului.

După încadrarea unei diviziuni de pe panou, se notează a câta diviziune a fost încadrată, se măsoară foarte precis (cu un şubler) distanţa dintre axul diviziunii şi baza panoului (b1'''), se

măsoară foarte precis poziția bazei panoului în raport cu axul unei diviziuni de pe miră (b1'') şi se citeşte valoarea diviziunii reper de pe miră (b1').

Toate aceste elemente menționate mai sus, determinate cu mare atenție, constituie corespondentul citirii b1 pe mira îndepărtată. Realizându-se mai multe serii de observații pe ambele maluri, valoarea cea mai probabilă a diferenței de nivel va fi media determinărilor.

Precizia transmiterii cotei pente apă prin nivelment geometric dublu

Deoarece porteele nu sunt egale şi distanța este foarte mare între reperii RN1 şi RN2, diferențele de nivel obținute în stațiile S1 şi S2 vor fi eronate datorită influenței curburii pământului, refracției atmosferice, precum şi influenței neorizontalității axei de vizare a instrumentului.

Este evident că influența cea mai mare va fi asupra citirilor pe mira îndepărtată, pe cea apropiată fiind neglijabilă.

În stația S1:

$$h_1 = \Delta H_{RN1-RN2} = a_1 - b_1 = \left(a_1' + d_a' \cdot tgi_1\right) - \left(b_1' + d_b' \cdot tgi_1 + c_1\right) =$$
$$a_1' - b_1' + \left(d_a' - d_b'\right) \cdot tgi_1 - c_1$$

unde: a_i' şi b_i' sunt citirile pe mire considerate fără influența erorilor (valori teoretice);

$d\ tg\ i$ este influența erorii de neorizontalitate a axei de vizare (d – distanța de la aparat la miră, i – unghiul de înclinare al axei de vizare față de orizontală);

c_i este influența curburii pământului şi a refracției atmosferice (pentru citirea pe mira apropiată se poate neglija).

În stația S2 vom avea:

$$h_2 = \Delta H_{RN1-RN2} = a_2 - b_2 = \left(a_2' + d_a'' \cdot tgi_2 + c_2\right) - \left(b_2' + d_b'' \cdot tgi_2\right) =$$
$$a_2' - b_2' + \left(d_a'' - d_b''\right) \cdot tgi_2 + c_2$$

Media determinărilor va fi:

$$h = \Delta H_{med} = \frac{h_1 + h_2}{2} = \frac{\left(a_1' - b_1'\right) + \left(a_2' - b_2'\right)}{2} + \frac{1}{2}\left[\left(d_a' - d_b'\right) \cdot tgi_1 + \left(d_a'' - d_b''\right) \cdot tgi_2 + \left(c_2 - c_1\right)\right]$$

Dacă se păstrează egalitatea distanțelor ($d_a' \cong d_b''$ şi $d_b' \cong d_a''$), înclinarea axei de vizare nu variază ($i_1 \cong i_2$) şi dacă influența refracției atmosferice şi de curbură terestră se menține la aceleaşi valori şi semn ($c_1 \cong c_2$, executând citiri simultane în stațiile S1 şi S2), atunci diferența de nivel medie nu este afectată:

$$h = \Delta H_{med} = \frac{\left(a_1' - b_1'\right) + \left(a_2' - b_2'\right)}{2}$$

Exemplu:

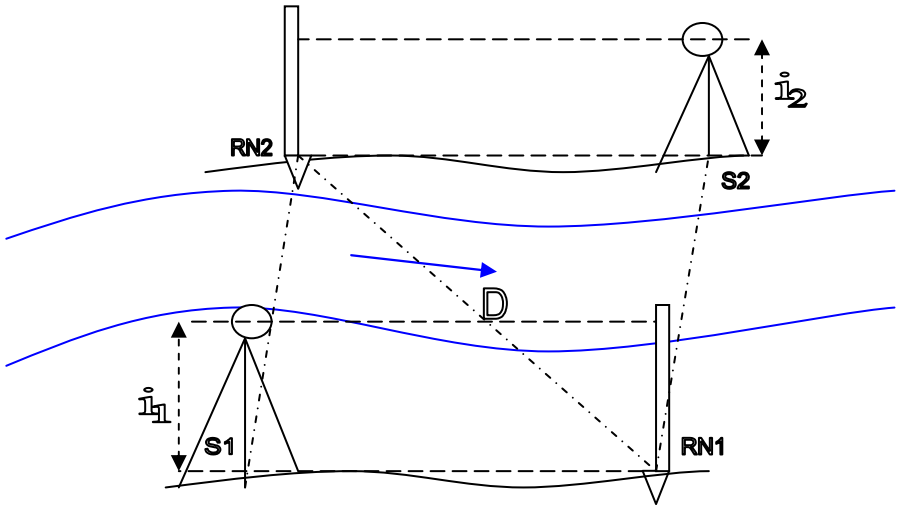
Pentru o variație între i_1 şi i_2 de 2", la o lățime a râului de 1000 m, se obține o eroare sistematică de determinare a diferenței de nivel astfel:

$$\delta h_i = \frac{1}{2} \cdot d \cdot \left(tgi_2 - tgi_1\right) \approx \frac{1}{2} \cdot d \cdot \left(\frac{i_2 - i_1}{\rho''}\right) \approx 5mm$$

Pentru o variație a temperaturii de 1^oC, se modifică i cu 0,5", deci fiecare serie de observații trebuie să se facă într-un timp cât mai scurt şi în condiții exterioare identice, cu instrumente verificate şi rectificate riguros, cu interschimbarea instrumentelor de la o serie la alta, cu un număr par de serii.

Transmiterea cotelor peste apă prin nivelment trigonometric

Se instalează teodolitele de precizie în staţiile S1 şi S2 pe cele două maluri, la 3 – 4 m faţă de RN1, respectiv RN2. Pe reperele RN1 şi RN2 se instalează mire verticale susţinute de trepiezi de mire. Simultan, cu cele două teodolite având lunetele riguros orizontalizate, se efectuează citiri pe mirele apropiate, valorile corespunzând cu înălţimile i_1 şi i_2 ale teodolitelor faţă de reperele de nivelment RN1 şi respectiv RN2.



Se vizează pe mirele îndepărtate la aceeaşi înălţime (aceleaşi diviziuni), simultan, măsurându-se unghiurile zenitale. Dacă distanţa este prea mare şi nu se pot distinge diviziunile de pe mire, se marchează cu mărci speciale (linii îngroşate) pe mire, aceeaşi diviziune. Pentru completarea unei serii se realizează interschimbarea teodolitelor în staţiile de pe cele două maluri, începând cu măsurarea unghiurilor zenitale pe mirele îndepărtate şi terminând cu măsurarea înălţimii pe mirele apropiate.

Diferenţa de nivel dintr-o serie, în cazul nivelmentului trigonometric, cu observaţii zenitale reciproce şi simultane, se determină cu relaţia:

$$h = \Delta H_{RN1-RN2} = D \cdot tg\frac{z_2 - z_1}{2} + \frac{l_1 + i_1}{2} - \frac{l_2 + i_2}{2}$$

unde: z_1 şi z_2 sunt unghiurile zenitale ale ţintelor de vizare de pe cele două mire, măsurate simultan cu teodolitele (ca medie a determinărilor în ambele poziţii ale lunetei);

l_1 şi l_2 sunt înălţimile la care se află ţintele de vizare deasupra lui „0” al mirelor;

i_1 şi i_2 sunt înălţimile teodolitelor deasupra reperilor de nivelment RN1 şi RN2;

D este distanţa orizontală dintre reperii RN1 şi RN2, determinată în prealabil.

Dacă $l_1 = l_2$ (s-a vizat aceeaşi diviziune pe cele două mire), rezultă:

$$h = \Delta H_{RN1-RN2} = D \cdot tg\frac{z_2 - z_1}{2} + \frac{i_1 - i_2}{2}$$

Valoarea finală a diferenţei de nivel este media obţinută din fiecare serie, iar precizia relativă a transmiterii peste apă este dată de abaterea medie a valorilor diferenţelor de nivel faţă de diferenţa de nivel medie.

$$h_{med} = \frac{h_1 + h_2 + ... + h_n}{n}$$

$$\Delta_h = \frac{\Delta_{h1} + \Delta_{h2} + ... + \Delta_{hn}}{n}$$

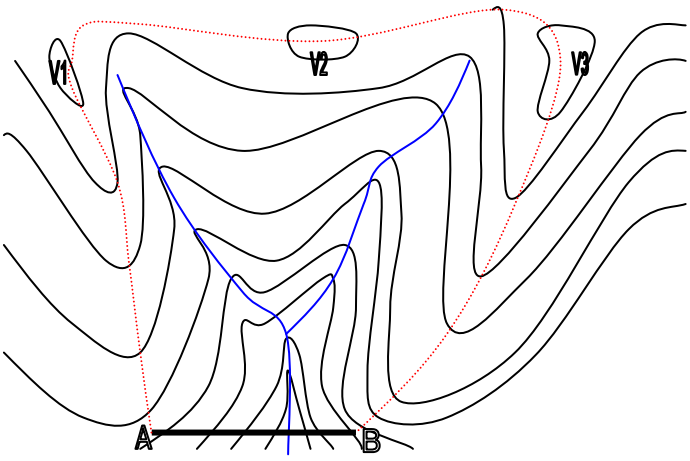
unde: $\Delta h_1 = h_1 - h_{med}; \Delta h_2 = h_2 - h_{med}; ...; \Delta h_n = h_n - h_{med}$

Când se urmăreşte o transmitere a cotelor peste apă cu o precizie nu prea mare, se pot folosi piloți bătuți la nivelul apei pe ambele maluri, legându-se aceşti piloți de reperii de nivelment de pe cele două maluri.

7.2. Ridicarea topografică a bazinelor hidrografice

În acest caz operațiile topografice se referă la :

- Ridicarea detaliilor pentru întocmirea planului de situație la scara 1: 10.000 ÷ 1: 1.000 cu curbe de nivel în zona bazinelor hidrografice cu suprafață de până la 2-3 km^2. Pentru suprafețe mai mari se folosesc hărțile existente 1: 25.000 ÷ 1: 10.000 sau se fac zboruri fotogrammetrice speciale
- Determinarea limitelor bazinelor hidrografice – drumuiri cu profile transversale dea lungul văilor
- Determinarea suprafețelor bazinelor hidrografice – pe planuri şi hărți prin planimetrare ($\mathbf{S_{paduri}}$, $\mathbf{S_{lacuri}}$, $\mathbf{S_{mlastini}}$, etc)
- Determinarea pantelor versanților şi a profilelor transversale pe văile, râpele şi viroagele bazinului.



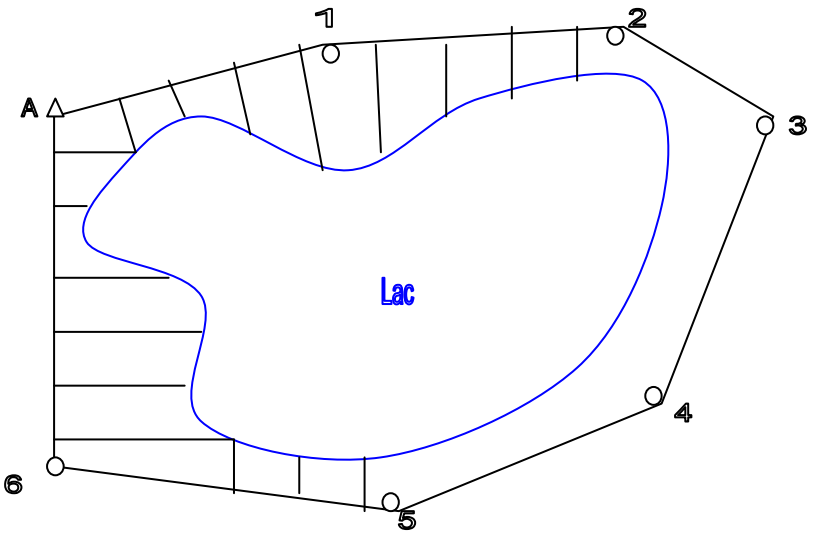
7.3. Ridicarea lacurilor şi a litoralului maritim

Astfel de ridicări presupun măsurători topografice:

- Pentru planuri de situație cu curbe de nivel la scara 1:1000 ÷ 1:500

- Ridicarea se face prin drumuire cu radieri – metoda coordonatelor rectangulare de ridicare a detaliilor este foarte indicată

Concomitent cu ridicarea se trasează şi profilele transversale, pe direcția cărora se va sonda şi fundul lacului.



Ridicarea altimetrică se face prin profile transversale, combinate cu radieri de nivelment geometric.

Litoralul maritim şi în special golfurile servesc la amenajări portuare. Planurile care se execută pentru aceste zone sunt la scara 1:1.000 sau 1:500. De regulă, interesează situația planimetrică a zonei costiere şi situația altimetrică atât a coastei cât şi a fundului golfului în această zonă.

Când zona costieră este abruptă este indicată fotogrammetria terestră.

8. Lucrări topografice necesare studiilor hidrologice

Pentru proiectarea construcţiilor hidrotehnice şi hidroameliorative, se efectuează studii hidrologice în scopul de a stabili regimul apelor de la suprafaţă din bazinul râului, lacului sau litoralului mării.

Observaţiile se efectuează în posturi şi staţii hidrometrice provizorii, instalate special în zona apei respective (râu, lac, litoral maritim).

Posturile hidrometrice (posturi de măsurare a apei) sunt puncte de observaţii deservite, de regulă, de o singură persoană, fiind subordonat unei staţii hidrometrice, care stabileşte programul observaţiilor.

La postul hidrometric se efectuează observaţii zilnice, după un program bine stabilit, asupra variaţiei nivelului apei.

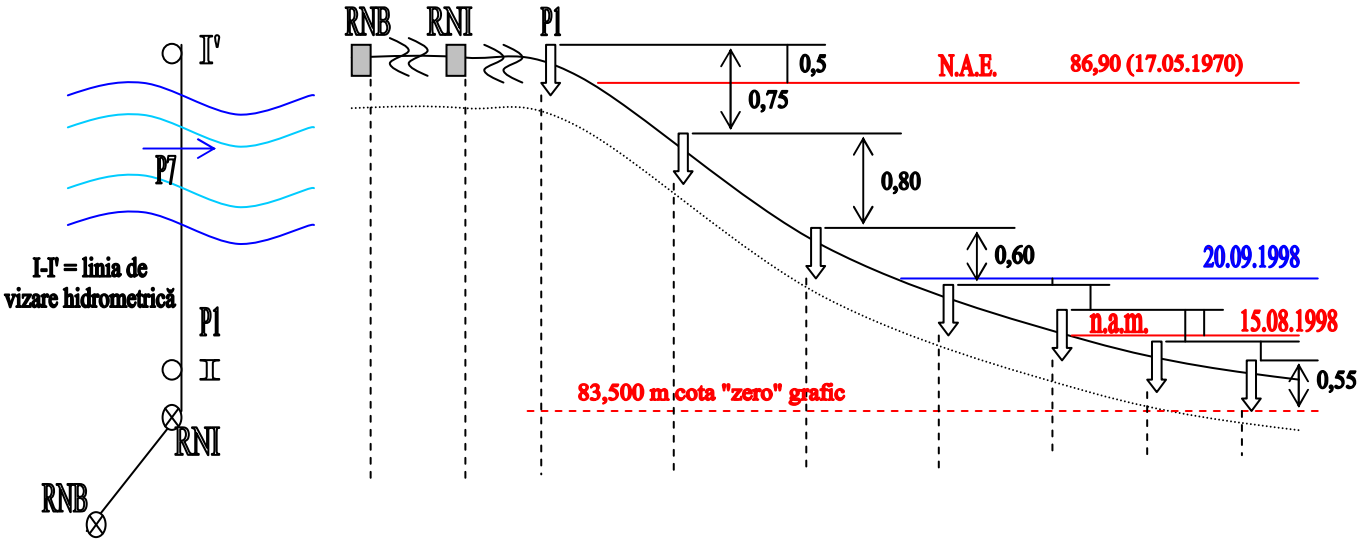
8.1. Măsurători topografice în zona posturilor hidrometrice

8.1.1. Nivelmentul la instalarea postului hidrometric

- Are drept scop determinarea cotei "zero"-urilor observaţiilor (cota "zero"-ului mirei hidrometrice şi a capetelor piloţilor postului hidrometric)

Cota "zero"-urilor observaţiilor se determină în raport de cota reperului de nivelment de control din apropiere, sau în raport de cota "zero"-ului graficului postului hidrometric.

➢ Post hidrometric pe piloţi



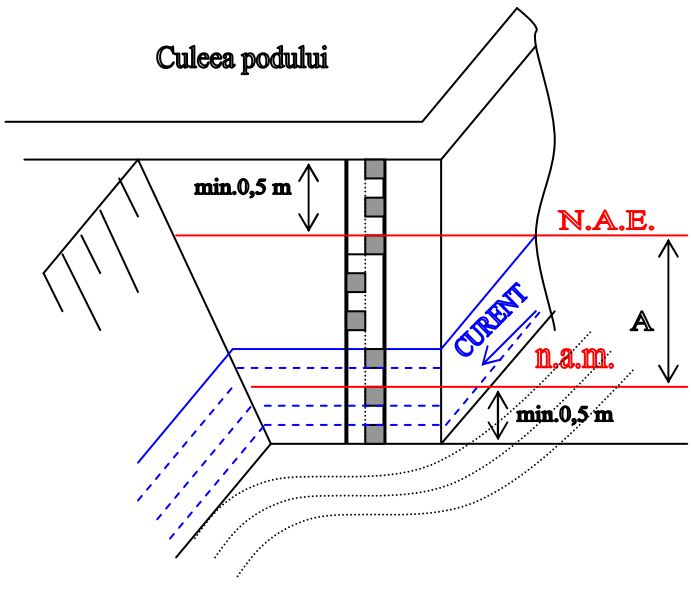
Nr. reperilor şi piloţilor	RNB	RNI	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
Cote reperi şi piloţi	98,16	92,00	87,62	86,87	86,07	85,47	84,97	84,25	84,05
Dist. oriz. între piloţi		350	7,52	2,00	2,00	2,00	3,80	4,50	3,75
Dist.oriz. faţă de RNI			0,0	7,52	9,52	11,52	13,52	17,32	21,82	25,57
Înălţ. faţă de "zero" grafic				4,12	3,37	2,57	1,97	1,47	0,75	0,55

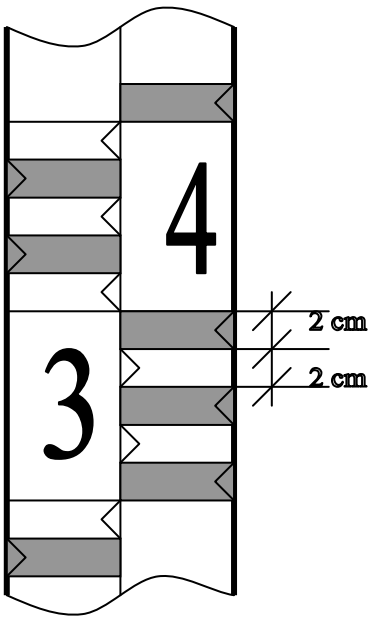
Nivelmentul la instalarea unui post hidrometric pe piloţi se efectuează astfel:

- Se amplasează un reper de nivelment de control R_I pe mal, la care se transmite cotă de la un RN. apropiat, prin nivelment geometric dus-întors
- Perpendicular pe cursul apei se bat piloţii $P_1 \div P_7$, care formează linia de vizare hidrometrică

- Se determină prin nivelment N.A.E. – nivelul apelor extraordinare – în dreptul semnelor lăsate de apă sau arătate de localnici
- Se determină prin nivelment n.a.m. – nivelul apelor minime
- Se determină cotele capetelor piloților prin nivelment geometric față de reperul de control R_I
- "zero" grafic se alege arbitrar la o valoare rotundă astfel încât acesta să fie sub n.a.m. cu 0,5 ÷ 1,0m.

➢ Post hidrometric cu mire hidrometrice

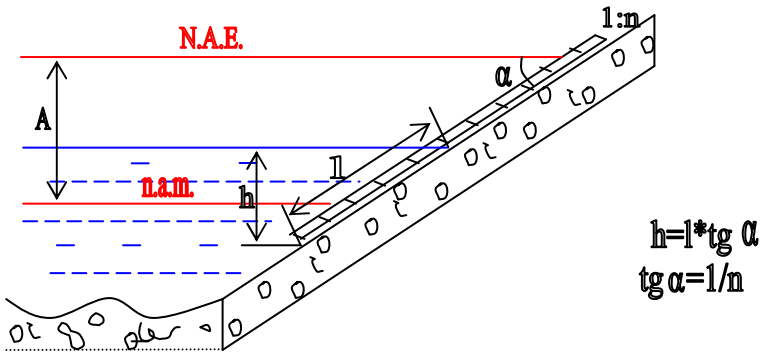




Mirele hidrometrice sunt din lemn şi au diviziunile din 2 în 2 cm. Ele se fixează pe pereții construcțiilor hidrotehnice (culee ale podurilor, pereți ai stăvilarelor sau nodurilor hidrotehnice, etc.).

Stabilirea cotei originii mirei se face prin nivelment geometric, cu o miră aşezată pe capătul superior al mirei hidrometrice, prin vizare directă pe mira hidrometrică sau pe un cui fixat în dreptul unui dm.

Pe cheiuri betonate sau pe maluri pereate, mirele hidrometrice se pot fixa şi în poziție înclinată.



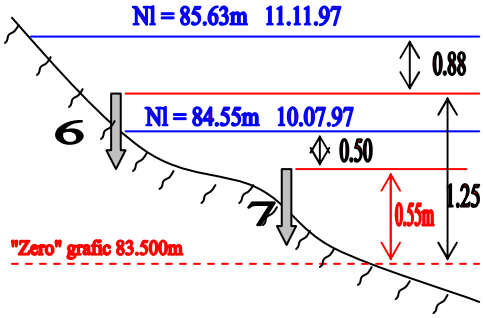
8.1.2. Determinarea cotei nivelului apei, pe baza observațiilor din posturile hidrometrice

Cota nivelului apei se determină funcție de "zero" al mirei hidrometrice sau față de pilotul cel mai apropiat aflat sub apă.

Toate citirile făcute, se prelucrează şi se aduc la "zero" grafic al postului hidrometric.

Pentru aceasta, se alege "zero" grafic la cel puțin 0,5 m mai jos decât nivelul minim al apelor, şi să aibă o valoare rotundă a cotei.

Data	Ora	Nr. pilot (mira) hidrometric(a)	Suprainaltare pilot (mira) fata de "zero" grafic [cm]	Cota "zero" grafic (sistem M.Nea gra) [m]	Nivelul apei (Nivel de lucru)		
					Citiri pe mira [cm]	Suprainaltarea fata de "zero" grafic [cm]	Cota absoluta [m]
10.07	9.00	7	55	83.50	50	105	84.55
11.11	9.00	6	125		88	213	85.63

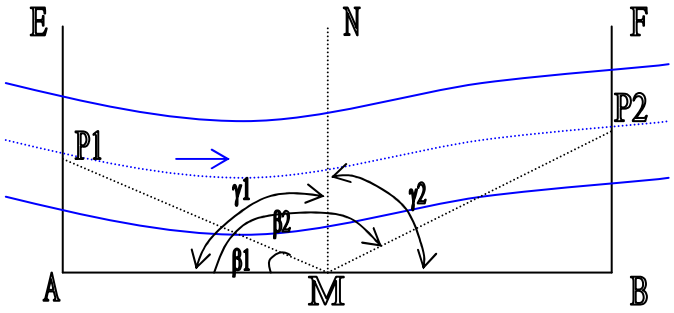


8.1.3. Trasarea pe teren a liniei de vizare hidrometrică

Acest lucru se face de către hidrolog împreună cu geodezul. Liniile de vizare hidrometrice trebuie să fie perpendiculare pe direcția generală a curentului apei, pe râurile înguste şi cu traseu rectiliniu, trasarea făcându-se direct în teren din măsurători grafice efectuate pe hartă, iar pentru râuri late, cu albii neregulate se procedează astfel:

AB = baza aproximativ paralelă cu direcția de curgere a apei

$M \rightarrow \frac{AB}{2}$; P_I- plutitor



- se măsoară cu teodolitul unghiurile β_1 și β_2 în momentul când doi observatori din A și B fac semn.
- Se raportează pe plan A, B, M; perpendicularele AE și BF și unghiurile β_1 și $\beta_2 \Rightarrow$ rezultând pozițiile P_1 și P_2 care, unite, oferă direcția generală de curgere a apei
- Perpendicular pe direcția de curgere a apei din M se găsește aliniamentul MN
- Se măsoară pe plan unghiurile γ_1 și γ_2 care se trasează pe teren cu teodolitul
- Capetele liniei de vizare hidrometrică se marchează pe teren pe ambele maluri cu borne de beton sau stâlpi de lemn

8.1.4. Determinarea direcției curentului apei

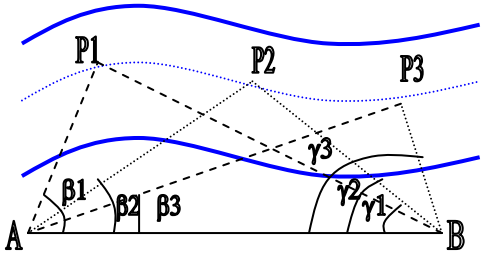
➢ Intersecția unghiulară

Pe un mal se fixează o bază de lucru în care se instalează teodolite care măsoară unghiurile orizontale β_i și γ_i spre un plutitor.

Prin vizarea simultană (la un semnal dat) se vizează poziția plutitorului P_1, P_2…….

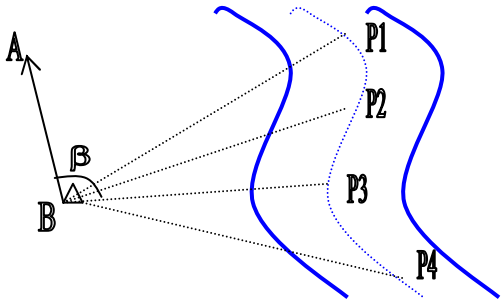
După trasarea pe plan a bazei AB și a unghiurilor β_i și γ_i, la intersecția direcțiilor se află punctele P_1, P_2…….

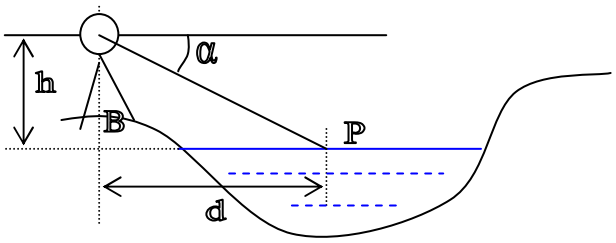
Unind pe plan punctele obținute $\Rightarrow$ direcția de curgere a râului



➢ Metoda radierii

Se instalează un teodolit într-un punct B cât mai înalt de pe mal.



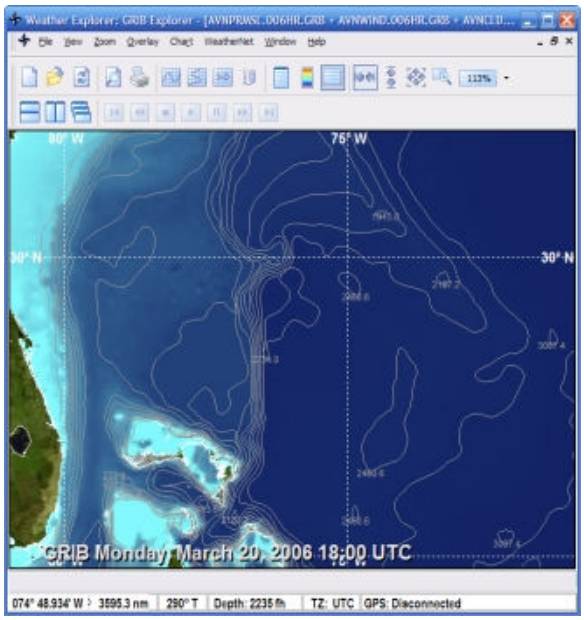


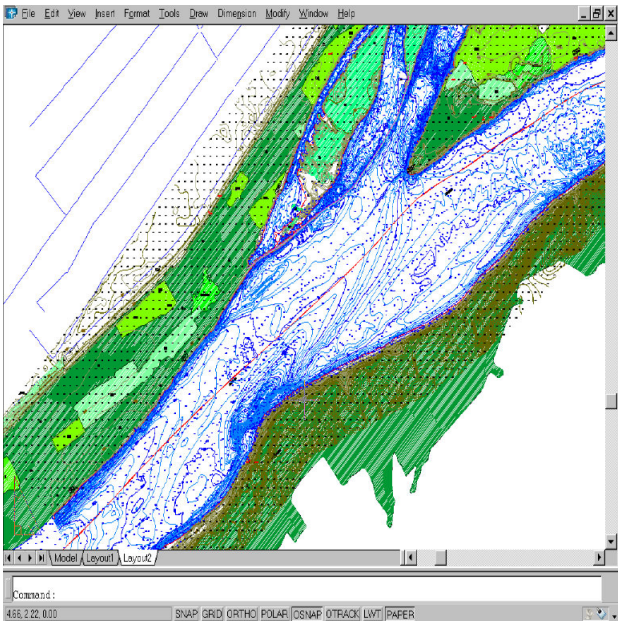
- se măsoară unghiurile orizontale β_i și unghiurile verticale α_i spre un plutitor; trebuie să fie cunoscute pe plan pozițiile punctelor A și B, și înălțimea "h" a instrumentului deasupra nivelului apei.
- se poate calcula $\mathbf{d = h \cdot ctg\alpha}$; pe plan, poziția plutitorului se fixează în funcție de β_i și distanța d_i.
- Erorile admisibile: $e_d \leq 0{,}01$ d care se realizează doar dacă $\alpha \geq 4^g 50^c$.

8.2. Măsurarea adâncimii albiei râurilor, lacurilor şi litoralului maritim

Acest gen de măsurători, permit cunoaşterea reliefului fundului apei pe diferite direcţii, fie pentru a întocmi planul albiei cu izobate sau curbe de nivel, fie pentru a întocmi profile pe o anumită direcţie.

Izobatele sunt curbe batimetrice, curbe care unesc punctele de egală adâncime, în raport de un nivel convenţional sau faţă de nivelul instantaneu al orizontului apei. De regulă, măsurarea adâncimilor se face vara (în perioada nivelului minim al apei) sau iarna pe gheaţă.





Principalele operaţii:

- măsurarea adâncimilor prin sondare în raport cu nivelul apei care a fost înregistrat în momentul sondajului (nivelul de lucru N_l)
- determinarea poziţiei planimetrice a punctelor de sondaj
- reducerea adâncimilor măsurate de la nivelul de lucru (N_l) la nivelul apei cel mai scăzut (de navigaţie) sau la un nivel convenţional (N_c) în raport de care se trec adâncimile pe plan. Reducerea măsurătorilor se face prin observaţii asupra nivelului apei în postul hidrometric cel mai apropiat.

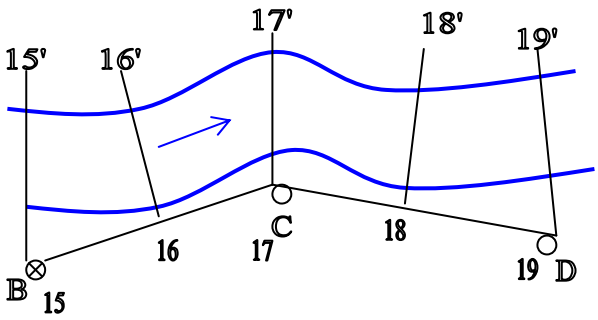
8.2.1. Măsurarea adâncimilor pe râuri şi fluvii

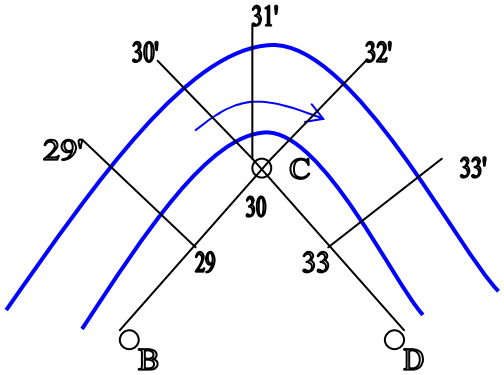
Acest lucru se face în punctele de sondaj dispuse în lungul unor trasee perpendiculare sau oblice pe direcţia curentului apei - numite traverse sau profile transversale.

Distanţa între traverse şi densitatea punctelor pe fiecare traversă este funcţie de scara reprezentării, lăţimea râului, existenţa bancurilor de nisip; valori orientative fiind date mai jos:

Distanţa(m) / scara	1: 500	1: 1000	1: 2000	1: 5000	1: 10000	1: 25000
Între traverse	10	20	50	100	200	500
Între puncte de sondaj	5	10	20	50	100	200

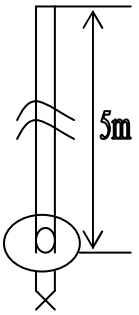
Traversele trebuie legate de drumuirea planimetrică şi altimetrică de pe malul râului.





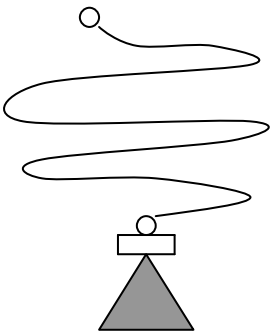
♦ Dispozitive pentru măsurarea adâncimilor

- mirele de nivelment (pentru adâncimi mici)
- bastonul de sondaj
- sonda de mână
- sonda mecanică
- sonda acustică



Bastonul de sondaj – din lemn, cu un sabot şi un disc metalic, este divizat în dm. Eroarea de citire $\approx \pm$ 5 cm.

De obicei bastonul se aruncă puțin înainte contra curentului apei, pentru a lua poziție verticală când ajunge la fund.

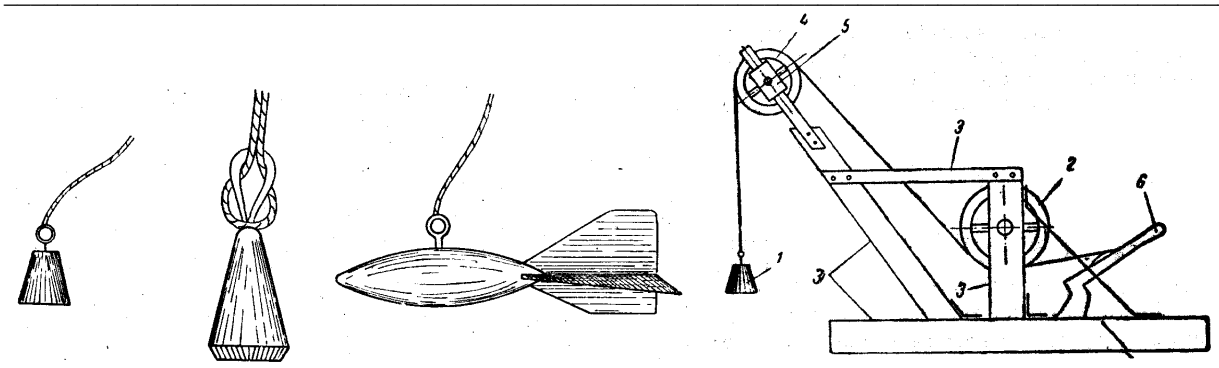


Sonda de mână – este formată dintr-o greutate (1- 15 kg) de care se leagă un cablu de oțel gradat în dm., şi de lungime între 5 şi 40 m.

Măsurarea adâncimii cu sonda de mână se face aruncându-se înainte, contra curentului apei., pentru ca aceasta să ia poziție verticală când ajunge la fundul apei.

Pentru adâncimi mai mari de 10- 15 m şi viteze de curgere mai mare de 1m/sec., se recomandă aplicarea unui coeficient de reducere k = 0,9 pentru lecturile nominale efectuate:

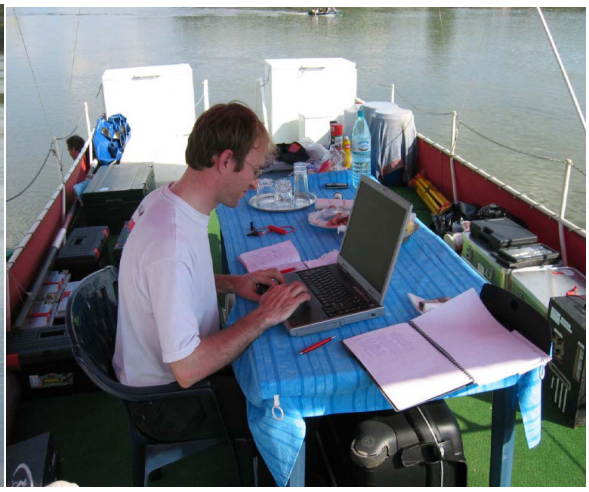
$$\mathbf{h_{real}} = \mathbf{h_{nominal}} \times 0.9$$

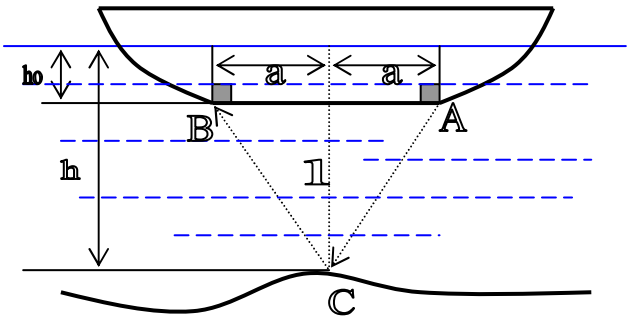


Sonda mecanică – este la fel ca sonda de mână, fiind folosită pentru adâncimi mari, lansarea acesteia se face cu un troliu, acționat manual sau electric.

Sonda acustică – este formată dintr-un dispozitiv emisie–recepție de unde sonore ultrascurte, dispozitiv amplasat pe fundul unei ambarcațiuni.

Oscilatorul A emite impulsuri de unde sonore care se vor reflecta pe fundul albiei şi apoi vor fi recepționate în receptorul B.





Dacă se înregistrează timpul (t) dus–întors, al undelor sonore pe traseul AC+ CB= 2s, se obține adâncimea (h) a albiei, cu relația:

$$\mathbf{h = l + h_0 = \sqrt{\frac{v^2 t^2}{4} - a^2} + h_0}$$

unde, v – este viteza de propagare a sunetului în apă v = 1500 m / sec

$a \rightarrow \frac{AB}{2} \rightarrow$ jumătatea distanței dintre axele verticale ale dispozitivului de emisie – recepție

h_0 - adâncimea de cufundare a instalației sonare

Avantaje:

- se pot măsura adâncimi între 0,5 – 60 m cu o eroare de $\approx \pm 10$ cm.
- se pot măsura continuu adâncimile (~250 măsurători / minut)

8.2.2. Determinarea adâncimilor în zone costiere

Determinări moderne de adâncimi se asociază cu determinarea timpului de propagare al undelor acustice din momentul emisiei până în momentul recepției. Adâncimea " l " se poate determina cu relația:

$$l = \frac{1}{2}\int_{t_e}^{t_r} v(t)\cdot dt$$

unde $v(t)$ este viteza undei acustice, t_e - timpul de emisie, t_r - timpul de recepție.

În practică $v(t)$ este estimat în funcție de temperatură, salinitate şi adâncime, printr-o valoare medie, asfel relațiile de mai sus devine:

$$l = \frac{1}{2}(v_m)\cdot \Delta t \qquad \text{unde } \Delta t = t_r - t_e$$

Ca valori experimentale, pentru viteza sunetului, funcție de parametrii de mai sus, putem avea:

Adâncime	Temperatură	Salinitate	Viteza sunetului m/s
0-10 m	18^0 C	30 %	1507,4
10- 40 m	12^0 C	31 %	1489,0
40- 60 m	6^0 C	33 %	1468,8

În aceste condiții adâncimea determinată se poate exprima sub forma:

$$l = l_i + C_i + C_{vs} + C_{Nm} + \varepsilon$$

unde l – adâncimea căutată

l_i – adâncimea măsurată

C_i - corecția instrumentală

C_{vs} – corecția datorară determinării vitezei sunetului

C_{Nm} – corecția de reducere la nivelul mării

ε – alte corecții

Sursele de erori întâmplătoare, la determinarea adâncimilor, sunt de trei feluri:

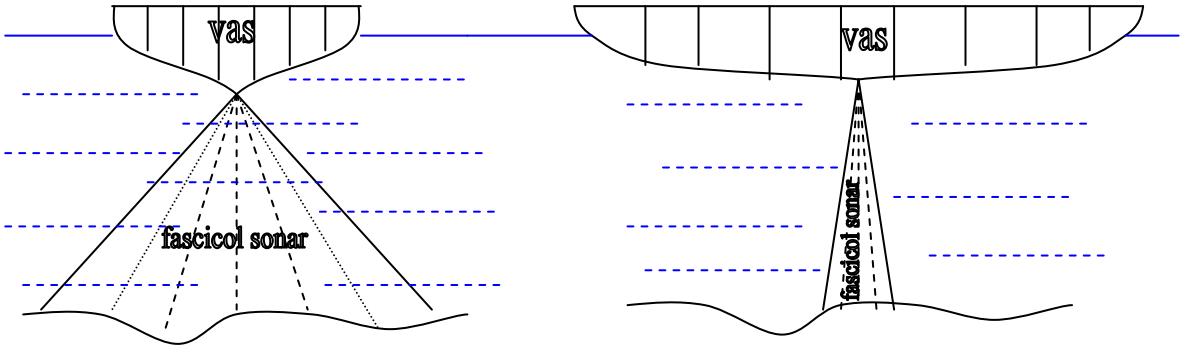
- instrumentale
- de mediu
- de operare

Abaterea standard pentru măsurătorile de sondare a fundului apei se situează între valorile:

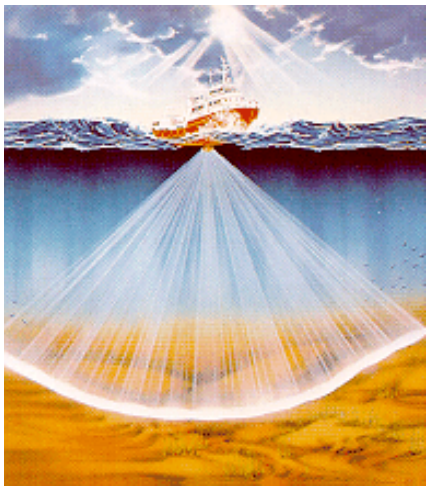
Adâncimea	σ_{min}	σ_{max}
10 m	28 cm	90 cm
30 m	31 cm	110 cm
100 m	54 cm	230 cm

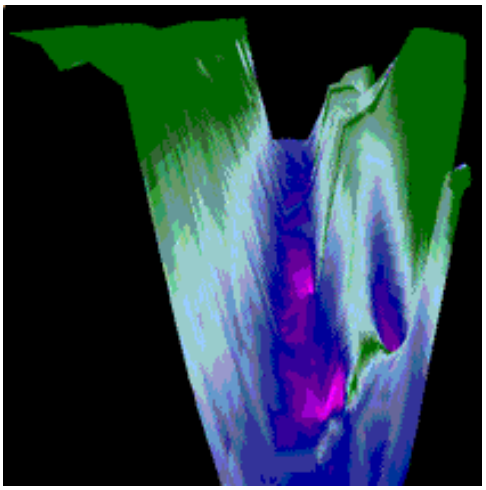
Tipuri de sonare moderne

- SONAR vertical
- SONAR lateral – Scaner (doi traductori montați oblic)

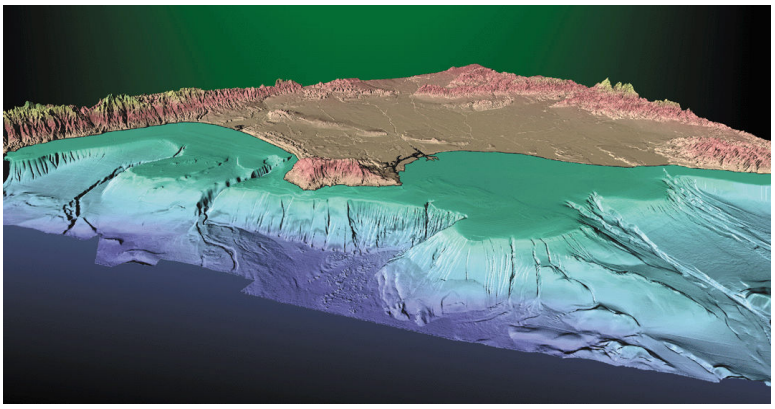


Direcția fascicolului emis este perpendiculară pe traseul navei. Unghiul de deschidere al fasciculului în plan longitudinal este de 1÷2 ^{g}, iar în plan transversal de 20÷30 ^{g}. Impulsurile sunt transmise alternativ de cei doi traductori, fiecare impuls fiind recepționat de către traductorul care l-a emis. Traductorii sunt astfel montați, încât să asigure o acoperire transversală pe direcția de scanare.





- SONAR multifascicular – cu posibilități de deschidere sau închidere a fascicolului sau cu fascicol îngust constant.

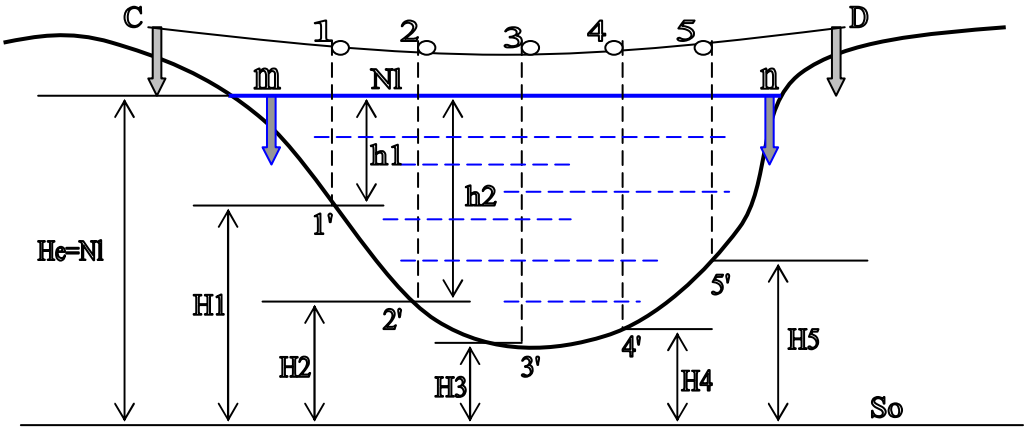


8.2.3. Determinarea poziției planimetrice a punctelor de sondaj

➢ Măsurarea cu un cablu divizat – întins perpendicular pe direcția curentului apei

Cablul de oțel este divizat la intervale de 1m, 2m, 5m, 10m, în dreptul cărora se măsoară adâncimile pe râuri cu lățimi de până la 200m şi cu viteza de curgere de până la 1,5 m/s.

Pe râurile înguste (20-30m) se pot folosi panglica sau ruleta. De regulă, se întind două cabluri, unul de sprijin şi altul divizat.



În prealabil se bat parii "m" şi "n" care se retează concomitent la nivelul apei (N_l) în momentul sondajului.

Nivelându-se geometric capetele lor, se determină cota (H_l) a nivelului de lucru al apei.

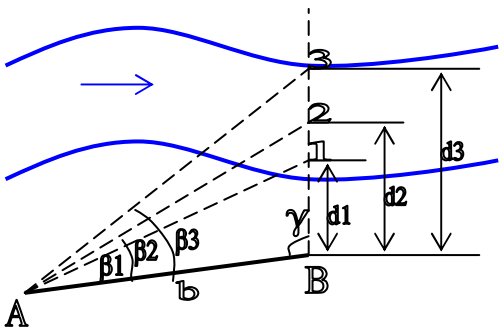
Adâncimile vor fi citirile (h_i) pe dispozitivele de sondaj, iar cotele fundului apei vor fi:

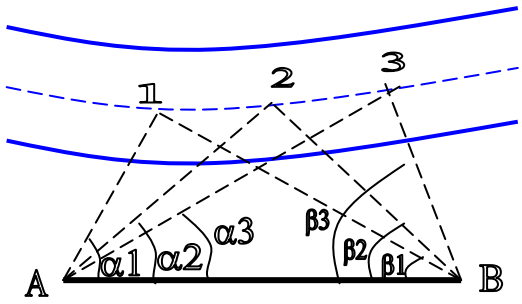
$$\mathbf{H_i = N_l - h_i}$$

➢ Măsurarea fără cablu divizat (traversa fiind semnalizată pe ambele maluri de câte două jaloane sau balize)

În acest caz poziția planimetrică a punctelor de sondaj se determină cu tahimetre sau cu teodolite, astfel:

- prin intersecție, cu ajutorul unui teodolit instalat în A, de unde se măsoară unghiul $\boldsymbol{\beta_i}$, cunoscând baza " b " şi unghiul $\boldsymbol{\gamma}$. Rezolvând triunghiul AB1, AB2, etc. se pot calcula elementele pentru raportarea în plan a punctelor de sondare.





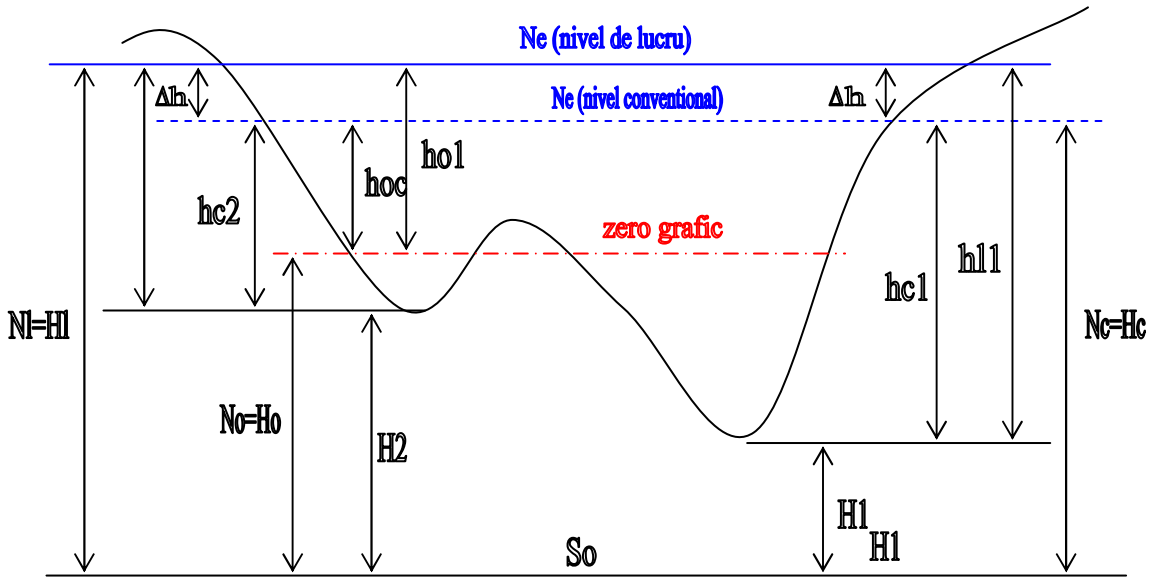
Dacă sondajul se face în lungul râului pe direcția talvegului, poziția planimetrică a acestora se determină prin intersecție unghiulară a două teodolite.

Când se fac sondări cu sonda acustică poziția planimetrică se determină prin intersecție înainte.

8.2.4. Reducerea adâncimilor măsurate la un singur nivel convențional (N_c) al apelor

Se face în scopul obținerii de date uniforme pe tot sectorul de cercetare al râului, lacului sau litoralului mării.

N_c – poate fi considerat egal cu nivelul cel mai mic al apelor dintr-o anumită zi din perioada de vară.



$$\Delta h = N_l - N_c = (H_0 + h_{0l}) - (H_0 + h_{0c}) = h_{0l} - h_{0c}$$

$h_{0l}, h_{0c}\rightarrow$ înălțimea nivelului de lucru, respectiv înălțimea nivelului convențional față de " zero grafic " al postului hidrometric

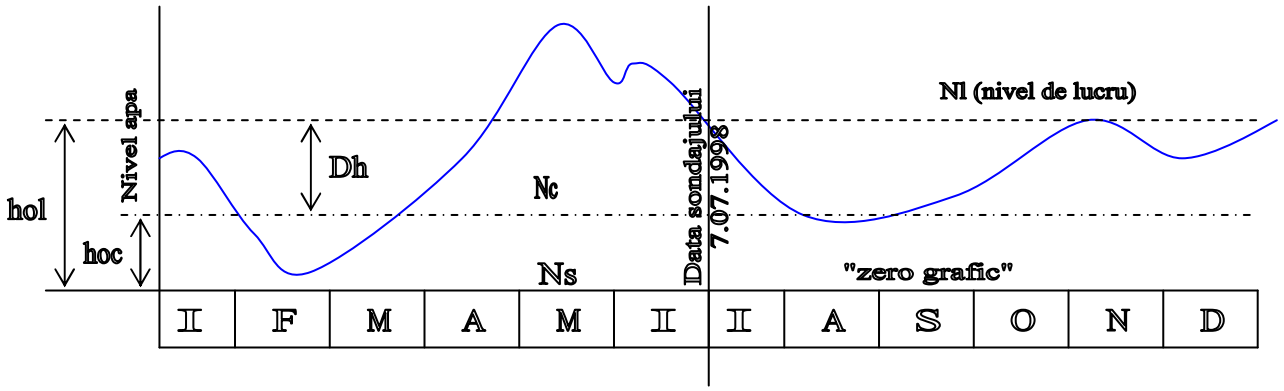
Dacă $h_{li} \Rightarrow$ adâncimea de sondaj, atunci:

$$N_c = N_l - \Delta h \quad ; \; h_c = h_l - \Delta h$$

adâncimea punctului sondat față de nivelul convențional va fi:

$$H_i = N_c - h_c$$

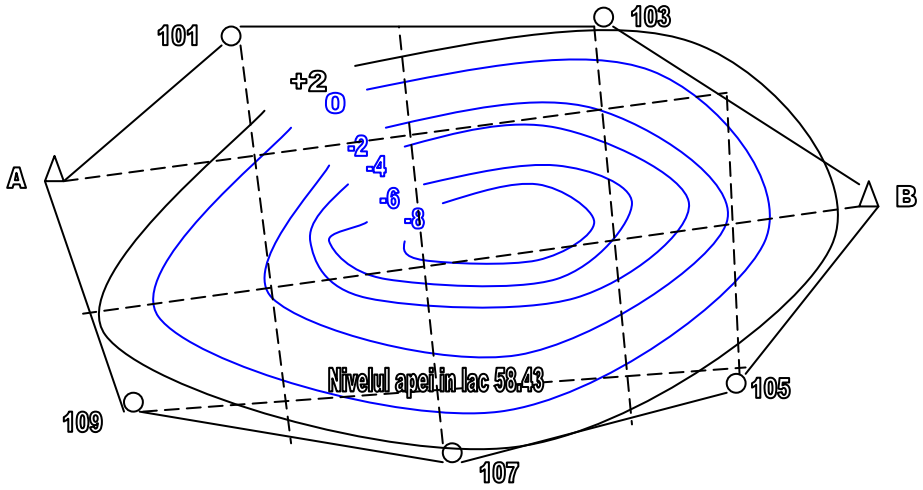
Datele obținute în acest mod se tabelează şi se întocmesc grafice:



8.3. Întocmirea planurilor hidrografice

Rezultatul sondajelor râurilor, lacurilor, etc. permite întocmirea planului hidrografic al genului de apă în cauză, prin reprezentarea planimetrică a punctelor de sondaj şi reprezentarea altimetrică prin curbe batimetrice sau curbe de nivel, profile longitudinale şi transversale pe diferite direcții.

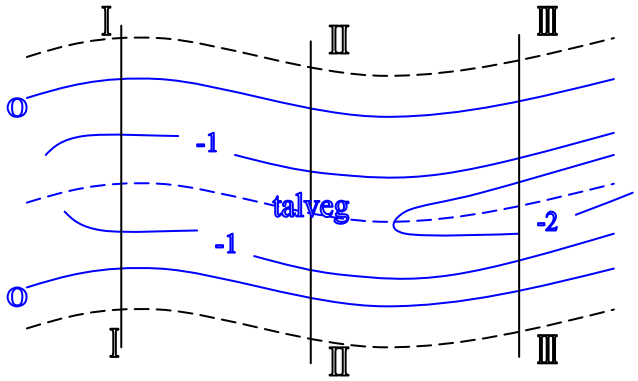
➢ Planul cu curbe batimetrice – se întocmeşte când scopul urmărit când scopul urmărit este posibilitatea navigării pe râul, fluviul sau lacul respectiv sau se doreşte cunoaşterea generală a caracteristicilor albiei.



Adâncimile măsurate se vor raporta la nivelul convențional (N_c) sau la nivelul pe care-l avea apa în momentul sondării. Cunoscându-se poziția planimetrică a punctelor de sondaj acestea se raportează pe plan şi se trasează izobatele prin interpolare, la echidistanță de E = 0,25 m; 0,50 m; 1,0 m; 2,0 m în funcție de scara reprezentării.

Reprezentarea reliefului fundului albiei prin curbe batimetrice se poate face şi prin observarea pe plan a profilelor transversale, dispuse perpendicular pe direcția curentului apei.

Poziția planimetrică a profilelor transersale trebuie cunoscută. Adâncimile obținute prin sondaj pe fiecare profil transversal se vor referi la acelaşi nivel caracteristic (N_c).



Mărimile adâncimilor (cote batimetrice) se notează cu cifre negative, iar cotele terenului cu cifre pozitive.

Punctele cu cea mai mare adâncime de pe fiecare traversă se unesc printr-o linie întreruptă, reprezentând tolvegul albiei.

➢ Întocmirea profilului longitudinal al râului

Profilul longitudinal reprezintă informațiile, centralizate, în lungul râului, privitor la :

- cotele nivelurilor caracteristice ale apelor
- cotele fundului albiei pe linia talvegului
- cotele malurilor
- poziția pragurilor şi a bancurilor de nisip
- centrele populate (localități)

- diguri
- posturi hidrometrice
- repere de nivelment
- afluențe, etc.

Etapele de realizare:

(a) alcătuirea rețelei de sprijin altimetrice – drumuiri de nivelment geometric pe malul râului

(b) îndesirea numărului de posturi hidrometrice. Determinarea cotelor orizontului apei în lungul râului se face prin nivelment "instantaneu" pe pari bătuți la nivelul apei între posturile hidrometrice. Pe tot parcursul lucrărilor de nivelment se execută observații ale oglinzii apei în posturile hidrometrice.

(c) nivelmentul longitudinal al oglinzii apei – cotele nivelului apelor se determină în lungul râului la distanțe de 3÷5 km, sau mai des în punctele de schimbare de pantă a curentului apei (praguri, bancuri de nisip, coturi bruşte, sectoare înguste ale albiei, etc)

(d) reducerea nivelului apei în lungul râului la un singur moment de timp. Toate măsurătorile nivelului apei se raportează la acelaşi nivel convențional (N_c), ales în momentul de timp al apelor minime (vara), când nu sunt precipitații pe întrega zonă de studiat.

(e) întocmirea propriu–zisă a profilului longitudinal – care se realizează pe linia talvegului şi se întocmeşte la scări mici (profil simplificat) sau scări mari (profil amănunțit).

Profil simplificat
– pentru râuri mari în zone de şes - scara L 1: 100000
- scara H 1:200

- scara L 1: 200000
- scara H 1: 500

- scara L 1: 500000
- scara H 1: 1000

- pentru râuri mici la şes şi râuri de munte - scara L 1: 50000
- scara H 1: 200

- scara L 1: 100000
- scara H 1: 200

Profil amănunțit 1: 25000 → 1: 50
1: 100
1: 50000 → 1: 100
1: 200
1: 100000→1: 100
1: 200
1: 200000→1: 200
1: 300

9. Lucrări topografice pentru cadastrul apelor

Prin cadastrul apelor se înțelege evidența și inventarierea fondului apelor.

Scopul este : strângerea şi prelucrarea tuturor datelor privind caracteristicile fizico-geografice şi hidrologice ale tuturor apelor țării (râuri, lacuri, inclusiv terenul de pe maluri).

Importanța – cunoaşterea cantitativă şi calitativă a resurselor de apă, pentru întocmirea unei strategii de folosire rațională a acestor resurse.

Etapele de realizare:

- inventarierea cadastrală primară
- evidență cadastrală
- realizarea pe teren a sistemului cadastral de referință
- întocmirea hărților cadastrale
- prelucrarea şi sistematizarea datelor cadastrale

Cadastrul apelor este organizat ca un sistem de inventariere şi de ordonare sistematică a caracteristicilor morfometrice şi hidrologice ale cursurilor de apă, precum şi a obiectivelor de pe cursurile de apă în legătură cu acestea.

Cadastrul apelor nu realizează o evidență cadastrală a suprafețelor terenurilor aflate permanent sub ape pe teritorii administrative, problemele legate de cadastrul de specialitate şi de cadastrul general fiind initiate de Legea apelor, nr.107/1996. Modul de organizare a Cadastrului apelor se stabileste de Ministerul Apelor, Padurilor Protecției Mediului, iar tinerea la zi a acestuia se asigură de Regia Autonomă "Apele Române".", iar unitățile şi instalațiile autonome care furnizează informații hidrologice, hidrogeologice şi meteorologice specifice gospodăririi apelor, precum şi informații privind caracteristicile cantitative şi calitative ale resurselor de apă formează rețeaua națională de observații pentru gospodărirea apelor." Art.39 din Legea nr.107/99 prevede ca "Delimitarea albiilor minore se realizează de Regia Autonomă "Apele Române" împreună cu autoritatea de cadastru şi cu deținătorii terenurilor riverane." Această prevedere este un element al cadastrului general şi face legătura, alaturi de celelalte prevederi ale Legii 7/96, cu cadastrul de specialitate.

În țara noastră, cadastrul apelor a fost organizat, în anul 1958, ca o inventariere necesară pentru întocmirea planurilor de amenajare complexă a bazinelor hidrografice şi programului național de amenajare al apelor din România. În prima etapă, cadastrul apelor a realizat o inventariere primară şi ordonarea sistematică a caracteristicilor morfometrice şi hidrografice ale cursurilor de apă. Pentru aceasta s-a făcut mai întâi o codificare, în cadrul a 15 bazine hidrografice de ordinul I a tuturor afluenților (până la cei de ordinul şase inclusiv) care îndeplinesc condițiile ca lungimea minimă să fie de 5 km., iar suprafața minimă a bazinului de recepție de 10 km. pătrați.

Prima codificare (terminată în anul 1964) a cuprins un numar de 4295 cursuri de apă, reprezentând o rețea hidrografica de 66029 km., iar pe baza acestei codificări şi a datelor morfohidrografice a fost întocmit (în perioada 1962-1964) primul atlas al cadastrului apelor din România.

Un alt obiectiv al cadastrului apelor îl reprezintă "axele cadastrale ale apelor". Acestea au fost realizate pe principalele cursuri de ape şi au fost materializate pe teren printr-un număr total de cca. 20000 de borne de beton, unele dintre ele fiind înglobate în rețeaua de nivelment de precizie a țării.

Cel de al treilea obiectiv realizat este acela de inventariere scriptică şi grafică pe hărți la scări medii (1:50000 - 1:100000) a obiectivelor de pe cursurile de apă sau în legătură cu acestea. Datele de sinteză referitoare la evidența tuturor cursurilor de ape codificate şi a obiectivelor aflate pe acestea (fără a se urmări în sens cadastral suprafețele ocupate) sunt cuprinse în atlasul cadastrului apelor din România.

Editia a II-a a atlasului cadastrului apelor a fost elaborat în perioada 1986-1990 de către o echipa de specialişti multidisciplinară din mai multe instituţii de cercetare centrale şi locale. Această ediţie a atlasului se compune din două volume şi anume:
- Volumul 1, conţine partea scriptică cu datele morfo–hidrologice pe bazine hidrologice, caracterizări, grafice, analize şi sinteze pe unităţi hidrografice mari şi un index alfabetic al cursurilor de ape cu trimiteri la cod şi foaia de hartă.
- Volumul 2 conţine 130 de planşe ale hărţilor hidrografice la scara 1 : 100000 conţinând datele morfologice, topografice şi hidrografice privitoare la cca. 5000 cursuri de apa şi cca. 10000 de bazine hidrografice într-o reţea în lungime de cca. 67000 km.

Sistemul de evidenţă al apelor, astfel realizat, poate fi integrat cu uşurinţă în cadastrul general conform normelor elaboborate de (ONCGC) A.N.C.P.I.

9.1. Conţinutul lucrărilor topografice

Paralel cu inventarierea cadastrală primară se execută un sistem de referinţă faţă de care se raportează toate elementele inventariate şi viitoarele ridicări topografice.

Sistemul de referinţă constă dintr-un ax cadastral dispus de-a lungul apelor şi materializat pe teren prin borne tip nivelment.

9.1.1. Stabilirea amplasamentelor bornelor din axul cadastral

Bornele se amplasează de regulă din km în km, pe terenuri stabile, ne-ameninţate de degradare sau inundaţii.

Se mai marchează prin repere sau borne: punctele de frângere ale axului cadastral, puncte care definesc originile axelor cadastrale ale afluenţilor, axele obiectivelor importante de pe cursul de apă (poduri, baraje, prize de apă, mire hidrometrice, etc.)

9.1.2. Realizarea sistemului de referinţă

Traseul axului cadastral trebuie să urmărească pe cât posibil albia majoră a apei, depărtarea lui faţă de râu variază de la câţiva metri până la 1 km, în funcţie de mărimea cursului de apă şi de lăţimea luncilor inundabile.

Pentru ape curgătoare, axul cadastral se materializează pe unul din maluri, cu treceri în unghi drept de pe un mal pe altul, când terenul o impune.

Numerotarea kilometrajului (axului cadastral) se face de la vărsare spre izvor, iar pentru lacuri şi bălţi, acesta se fixează pe perimetrul malului, numerotarea făcându-se în sens topografic, alegând un punct de origine.

Legarea axului cadastral, atât planimetric cât şi altimetric de reţelele de stat este obligatorie.

Axul cadastral – serveşte la ridicarea obiectivelor identificate pe teren, a modificărilor survenite în timp ale albiei cursului de apă, a zonelor inundabile, etc. este folosit şi la ridicările topografice pentru proiectarea lucrărilor hidrotehnice şi hidroameliorative de pe cursul de apă respectiv.

9.1.3. Întocmirea planurilor şi hărţilor cadastrale

Acestea trebuie să conţină: albia majoră a cursului de apă şi zonele învecinate, împreună cu obiectivele de interes, zonele inundabile, căile de comunicaţie din zonă, etc.

Scările: - hărţi 1: 20000
- planuri 1: 10000; 1: 5000 funcţie de natura terenului.

Aplicația 1

Pentru o curbă de cale ferată s-au măsurat săgețile din 10 în 10 metri, pentru un număr de 55 de puncte.

Numar Punct	Km	f_i [mm]
1	3+ 800	0
2	3+ 810	0
3	3+ 820	9
4	3+ 830	10
5	3+ 840	24
6	3+ 850	29
7	3+ 860	26
8	3+ 870	32
9	3+ 880	35
10	3+ 890	38
11	3+ 900	34
12	3+ 910	36
13	3+ 920	38
14	3+ 930	40
15	3+ 940	42
16	3+ 950	45
17	3+ 960	47
18	3+ 970	50
19	3+ 980	51
20	3+ 990	53
21	4+ 000	56
22	4+ 010	59
23	4+ 020	62
24	4+ 030	64
25	4+ 040	66
26	4+ 050	68
27	4+ 060	70
28	4+ 070	74

Numar Punct	Km	f_i [mm]
29	4+ 080	78
30	4+ 090	88
31	4+ 100	98
32	4+ 110	105
33	4+ 120	102
34	4+ 130	112
35	4+ 140	114
36	4+ 150	110
37	4+ 160	119
38	4+ 170	115
39	4+ 180	114
40	4+ 190	111
41	4+ 200	110
42	4+ 210	108
43	4+ 220	105
44	4+ 230	81
45	4+ 240	70
46	4+ 250	61
47	4+ 260	40
48	4+ 270	34
49	4+ 280	16
50	4+ 290	11
51	4+ 300	9
52	4+ 310	2
53	4+ 320	1
54	4+ 330	0
55	4+ 340	0

Să se determine ripările şi elementele principale ale curbei circulare.

Rezolvare :

Relații utilizate :

- Calculul razei în fiecare punct în care s-au efectuat masuratori ale săgeților :

$R_i = \frac{d^2}{2 \cdot f_i}$ unde : d – distanța dintre puncte (lungimea coardei), 20 m ;

f_i - mărimea săgeții măsurate în puctul i (1, 2, 3, ..., 55).

- Penrtu calculul razei medii a curbei circulare se vor utilize valorile din zona de mijloc a curbei:

$R_{med} = \frac{\sum_{i=10}^{45} R_i}{35}$ eliminându-se din calcul primele 10 şi ultimile 10 valori din zona curbelor de tranziție de la capete. Se consideră ca rază proiectată R_{pr} o valoare rotunjita la zeci de metri a valorii R_{med} obținută din calcul $(R_{pr} \approx R_{med})$.

- Calculul săgeții proiectate : $f_{pr} = \frac{d^2}{2 \cdot R_{pr}}$

- Calculul ripărilor (r_i): $r_i = f_{pr} - f_i$

- Calculul unghiurilor de frângere : $\varphi_i = arccos\left(\frac{R-f}{R}\right)$

- Unghiul de frângere al aliniamentelor racordate de curbă va fi : $\varphi = \sum_1^n \varphi_i$

- Calculul lungimii tangentei curbei circulare : $T = R \cdot tg\left(\frac{\varphi}{2}\right)$

- Calculul lungimii bisectoarei : $b = R \cdot \left(sec\frac{\varphi}{2} - 1\right)$

- Calculul lungimii curbei circulare : $l = \frac{\pi \cdot R \cdot \varphi}{200^g}$

- Calculul coordonatelor rectangulare pe tangentă ale punctului bisector :

$X_B = R \cdot sin\frac{\varphi}{2}$; $Y_B = R \cdot \left(1 - cos\frac{\varphi}{2}\right)$

Tabel de calcul :

Numar Punct	Km	f_i [mm]	R_i [m]	φ_i^G	Riparea [mm]
1	3+ 800	0	-	-	67
2	3+ 810	0	-	-	67
3	3+ 820	9	5555.556	0.1146	58
4	3+ 830	10	5000.000	0.1273	57
5	3+ 840	24	2083.333	0.3056	43
6	3+ 850	29	1724.138	0.3692	38
7	3+ 860	26	1923.077	0.3310	41
8	3+ 870	32	1562.500	0.4074	35
9	3+ 880	35	1428.571	0.4456	32
10	3+ 890	38	1315.789	0.4838	29
11	3+ 900	34	1470.588	0.4329	33
12	3+ 910	36	1388.889	0.4584	31
13	3+ 920	38	1315.789	0.4838	29
14	3+ 930	40	1250.000	0.5093	27
15	3+ 940	42	1190.476	0.5348	25
16	3+ 950	45	1111.111	0.5730	22
17	3+ 960	47	1063.830	0.5984	20
18	3+ 970	50	1000.000	0.6366	17
19	3+ 980	51	980.392	0.6494	16
20	3+ 990	53	943.396	0.6748	14
21	4+ 000	56	892.857	0.7130	11
22	4+ 010	59	847.458	0.7512	8
23	4+ 020	62	806.452	0.7894	5
24	4+ 030	64	781.250	0.8149	3
25	4+ 040	66	757.576	0.8403	1
26	4+ 050	68	735.294	0.8658	-1
27	4+ 060	70	714.286	0.8913	-3
28	4+ 070	74	675.676	0.9422	-7
29	4+ 080	78	641.026	0.9931	-11
30	4+ 090	88	568.182	1.1205	-21
31	4+ 100	98	510.204	1.2478	-31
32	4+ 110	105	476.190	1.3369	-38
33	4+ 120	102	490.196	1.2987	-35
34	4+ 130	112	446.429	1.4261	-45
35	4+ 140	114	438.596	1.4515	-47

Numar Punct	Km	f_i [mm]	R_i [m]	φ_i^G	Riparea [mm]
36	4+ 150	110	454.545	1.4006	-43
37	4+ 160	119	420.168	1.5152	-52
38	4+ 170	115	434.783	1.4643	-48
39	4+ 180	114	438.596	1.4515	-47
40	4+ 190	111	450.450	1.4133	-44
41	4+ 200	110	454.545	1.4006	-43
42	4+ 210	108	462.963	1.3751	-41
43	4+ 220	105	476.190	1.3369	-38
44	4+ 230	81	617.284	1.0313	-14
45	4+ 240	70	714.286	0.8913	-3
46	4+ 250	61	819.672	0.7767	6
47	4+ 260	40	1250.000	0.5093	27
48	4+ 270	34	1470.588	0.4329	33
49	4+ 280	16	3125.000	0.2037	51
50	4+ 290	11	4545.455	0.1401	56
51	4+ 300	9	5555.556	0.1146	58
52	4+ 310	2	25000.000	0.0255	65
53	4+ 320	1	50000.000	0.0127	66
54	4+ 330	0	-	-	67
55	4+ 340	0	-	-	67

Valoarea razei medii : R_{med}= 754,85 m

Valoarea razei proiectate : R_{pr}= 750 m

Valoarea făgeții proiectate : f_{pr}= 67 mm

Valoarea unghiului de frângere : $\varphi = 39^g11^c42^{cc}$

Valoarea lungimii tangentei : T = 237,934 m

Valoarea bisectoarei : b = 36,837 m

Valoarea lungimii curbei circulare : l = 460,803 m

Coordonatele rectangulare pe tangentă ale punctului bisector (B) :

X_B = 226,795 m ; Y_B = 35,112 m.

Aplicația 2

Pe o harta la scara 1 : 25 000, avand curbele de nivel normale cu echidistanța E = 5m se proiectează amplasarea unui baraj de greutate.

Se cere:

1). Să se traseze pe hartă conturul lacului de acumulare ştiind că înălțimea barajului (h_b) este 61 de metri față de talveg;

2). Să se determine volumul de apă din lacul de acumulare ştiind că nivelul apelor extraordinare (N.A.E.) este dat de altitudinea (H_D) la care se află deversorul barajului:

$$N.A.E. = H_D = H_b - 5m$$

3). Să se determine volumul de apă din lacul de acumulare ştiind că nivelul apelor minime (n.a.m.) este mai jos cu 20 m față de N.A.E.:

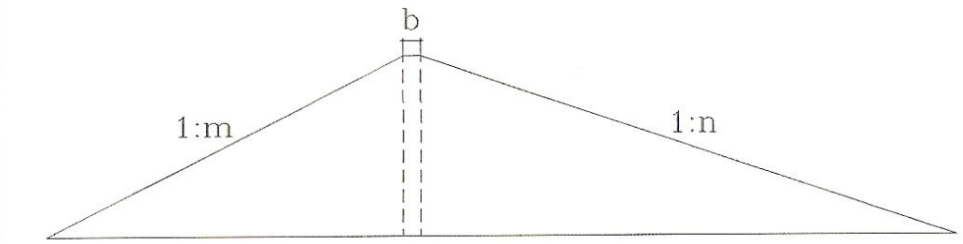
$$n.a.m. = N.A.E. - 20m$$

4). Să se calculeze volumul de material necesar construcției barajului, cunoscând următoarele:

- panta amonte: $p_{am} = 1/m$; $m = 2$

- panta aval: $p_{av} = 1/n$; $n = 3$

- latimea coronament: $b = 6$ m



Rezolvare :

1). Trasarea pe hartă a conturului lacului de acumulare cunoscând că înălțimea barajului este de 61 m față de talveg : $H_{tvg} = 459$ m ; $H_b = 459 + 61 = 520$ m .

2). Determinarea volumului de apă din lacul de acumulare ştiind că nivelul apelor extraordinare (N.A.E) este dat de altitudinea (H_D) la care se afla deversorul barajului:

$$N.A.E. = H_D = H_b - 5 \text{ m} = 520 - 5 = 515 \text{ m}$$

$$V_{NAE} = V_1 + V_2 + V_3$$

- Volumul V_1 se aproximează cu un con :

$$V_1 = V_{con} = \frac{1}{3} \cdot S_1 \cdot h_1 = 1.249.564{,}779\ m^3$$

unde: S_1- suprafața planului de cotă cea mai mică (475 m): S_1 = 234.293,396 m^2

h_1 - inaltimea corpului: h_1 = 16 m

- Volumul V_2 este al fâşiei dintre curbele de nivel de cote 475 şi 500 m :

$$V_2 = V_{fâşie} = \frac{S_1 + S_2}{2} \cdot E = 16.088.199{,}650\ m^3$$

unde: S_1- suprafața planului de cotă mai mică (475 m): S_1 = 234.293,396 m^2

S_2 - suprafața planului de cotă mai mare (500 m): S_2 = 1.052.762,576 m^2

E - echidistanța (înă1țimea) dintre curbele de nivel principale: E=25 m

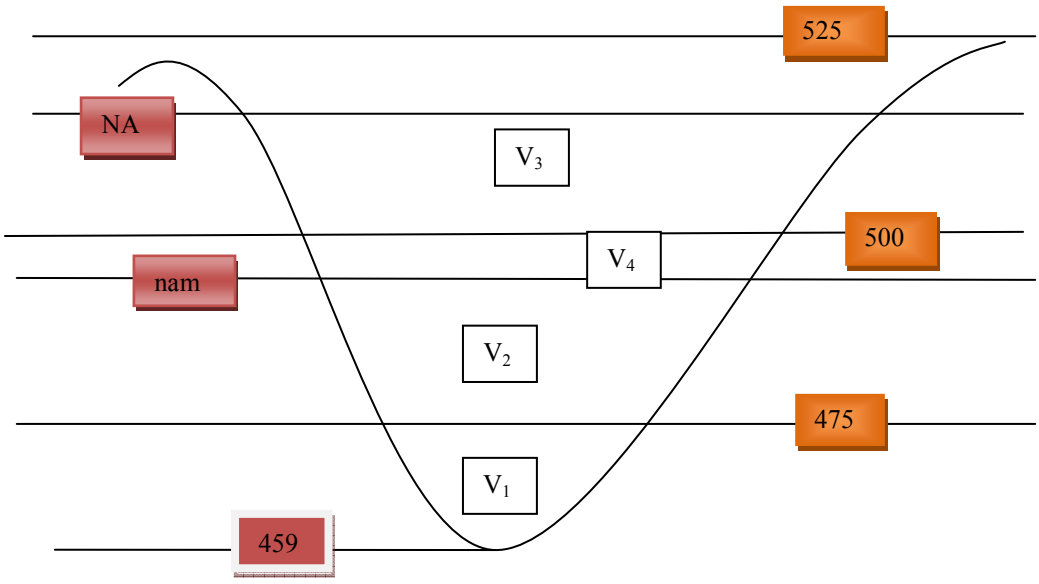
- Volumul V_3 se aproximează cu un trunchi de paraboloid :

$$V_3 = V_{tr.prbl.} = \frac{1}{2} \cdot S_2 \cdot h_2 = 7.895.719{,}320\ m^3$$

unde: S_2 - suprafața planului de cotă mai mare (500 m): S_2 = 1.052.762,576 m^2

h_2 – înălțimea corpului : h_2 = 15 m

$$\mathbf{V_{NAE} = V_1 + V_2 + V_3 = 25.233.483{,}750\ m^3}$$



3). Determinarea volumul de apă din lacul de acumulare ştiind că nivelul apelor minime (n.a.m.) este mai jos cu 20 m față de (N.A.E.):

n.a.m. = N.A.E. – 20 m = 495m

Vnam = $V_1 + V_2 – V_4$

- Volumul V_1 se aproximează cu un con :

$$V_1 = V_{con} = \frac{1}{3} \cdot S_1 \cdot h_1 = 1.249.564,779\ m^3$$

unde: S_1- suprafața planului de cotă (475 m): S_1 = 234.293,396 m^2

h_1 - inaltimea corpului: h_1 = 16 m

- Volumul V_2 este al fâşiei dintre curbele de nivel de cote 475 şi 500 m :

$$V_2 = V_{fâşie} = \frac{S_1 + S_2}{2} \cdot E = 16.088.199,650\ m^3$$

unde: S_1- suprafața planului de cotă mai mică (475 m): S_1 = 234.293,396 m^2

S_2 - suprafața planului de cotă mai mare (500 m): S_2 = 1.052.762,576 m^2

E - echidistanța (înă1țimea) dintre curbele de nivel principale: E=25 m

- Volumul V_4 se aproximează cu un trunchi de paraboloid :

$$V_4 = V_{tr.prbl.} = \frac{1}{2} \cdot S_2 \cdot h_3 = 2.631.906,440\ m^3$$

unde: S_2 - suprafața planului de cotă mai mare (500 m): S_2 = 1.052.762,576 m^2

h_3 – înălțimea corpului : h_3 = 5 m

$$\mathbf{V_{nam} = V_1 + V_2 – V_4 = 14.705.857,990\ m^3}$$

4). Calculul volumului de material necesar construcției barajului, cunoscând :
p_{am} = 1/2 ; p_{av} = 1/3 ; b = 6 m .

Acest calcul se bazează pe forma trapezoidală a secțiunii barajului. Suprafața secțiunilor se calculeaza cu relatia:

$$S_i = b \cdot h_i + \frac{m+n}{2} \cdot h_i^2$$

unde: h_i – este înălțimea trapezului de secțiune, variabilă în funcție de poziția secțiunii în profilul din axul barajului (i = 1,2,3, ...);

- Volumul prismei, pe o distanță (L) între două secțiuni succesive, se calculează cu relația: $V_{pr} = \left(\frac{S_1 + S_2}{2}\right) \cdot L$ (formula prismelor)

- Sau pentru o aproximare mai bună se poate folosi "formula trunchiului de piramida":

$$V_{tr} = \frac{1}{3}\left(S_1 + \sqrt{S_1 \cdot S_2} + S_2\right) \cdot L$$

unde: L – este distanța dintre două secțiuni transversale ale barajului, de suprafețe S_1 şi respectiv S_2 :

L = 50 m

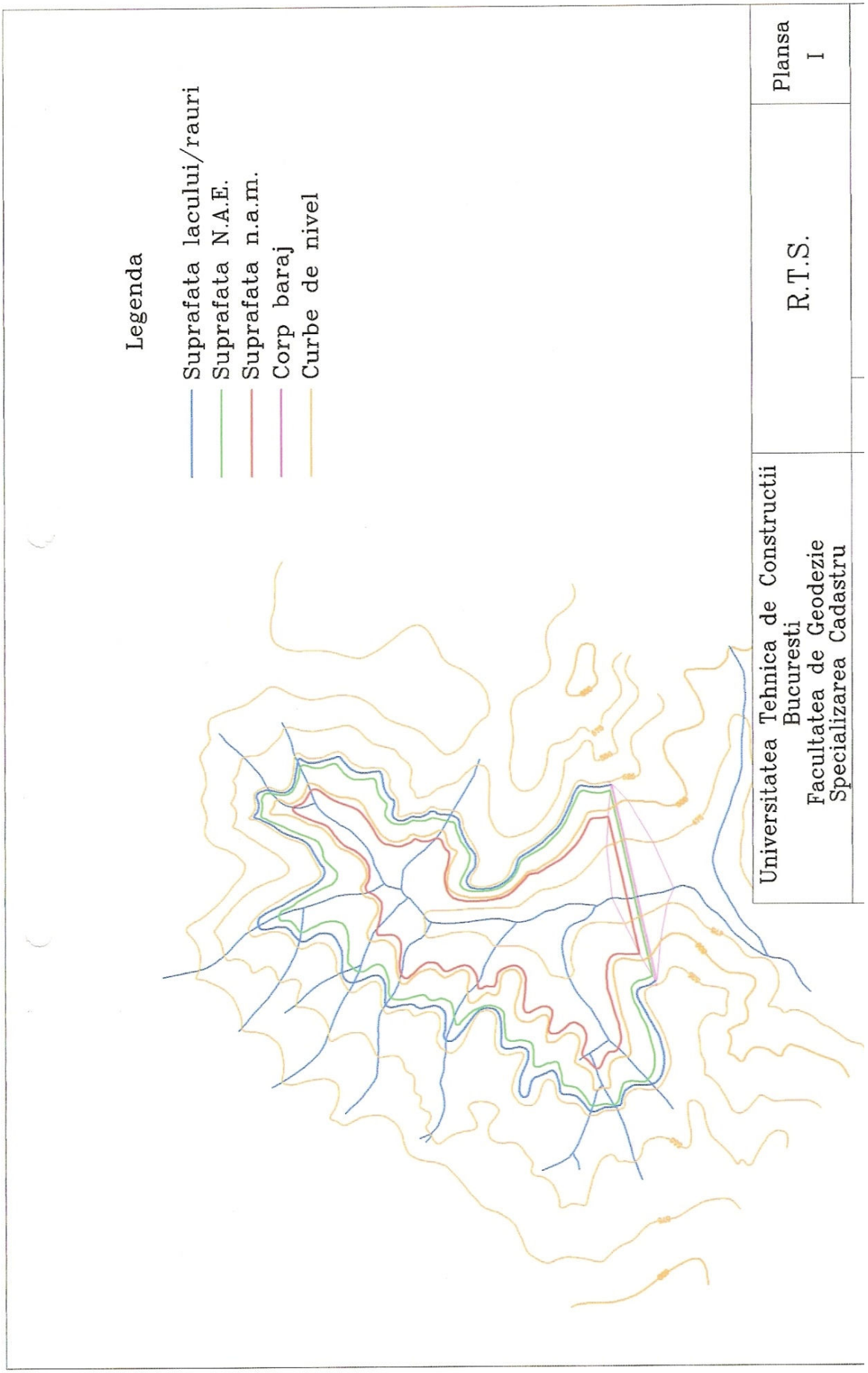
- Volumul total de material se va calcula cu relația :

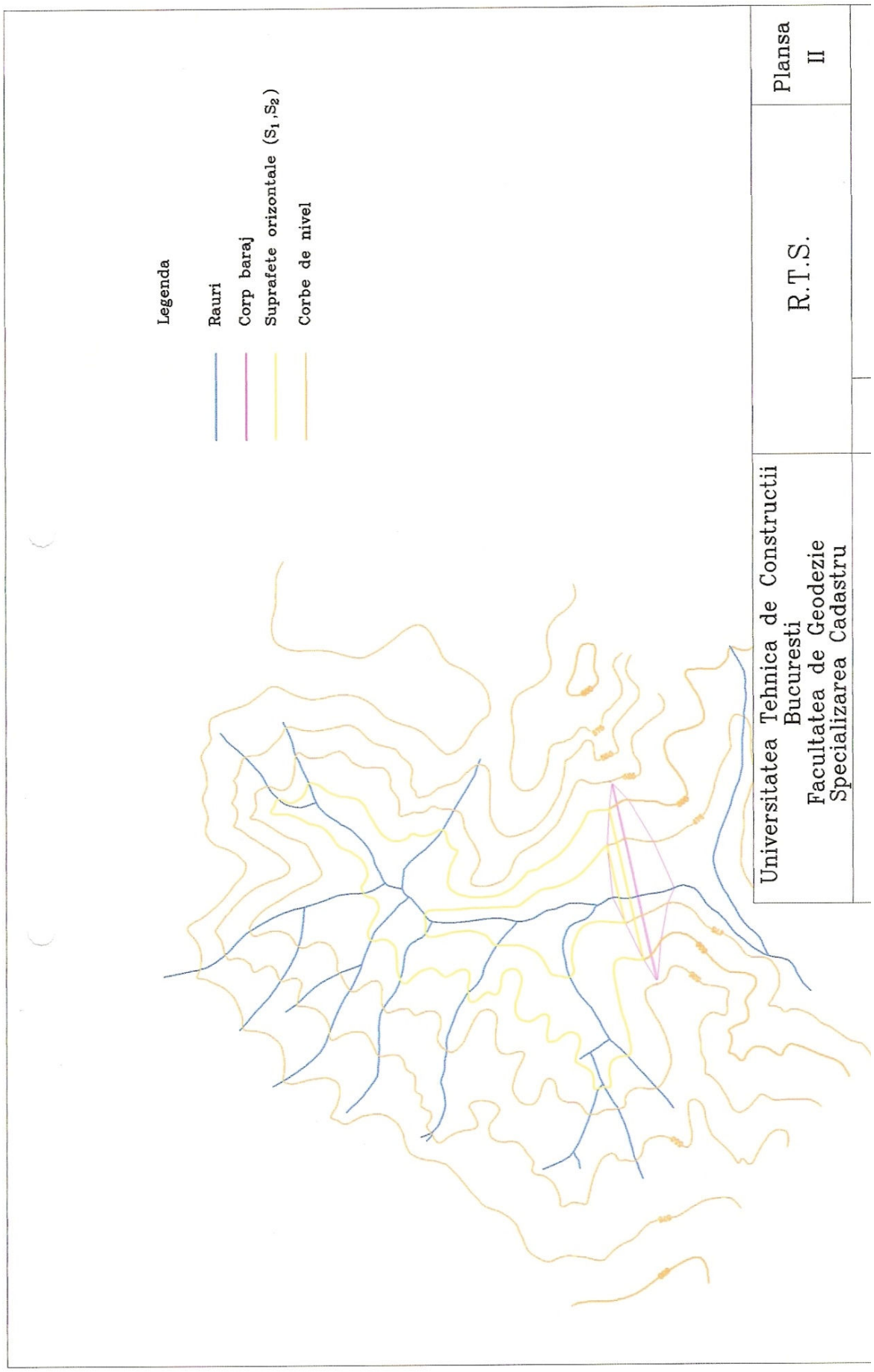
$V_{baraj} = \sum V_{pr}$ sau $V_{baraj} = \sum V_{tr}$

Tabel de calcul:

Nr. sectiune transversala	H_i [m]	h_i [m]	b [m]	L [m]	S_i $[m^2]$	V_{tr} $[m^3]$	V_{baraj} $[m^3]$
0'	520.00	0	6	50	0.000	3398.004	
1'	512.09	7.91	6	50	203.880	21796.298	
2'	504.18	15.82	6	50	720.601	53123.355	
3'	497.12	22.88	6	50	1446.016	92210.678	
4'	491.02	28.98	6	50	2273.481	138192.895	
5'	484.93	35.07	6	50	3285.182	193464.677	
6'	478.83	41.17	6	50	4484.442	262808.018	
7'	471.92	48.08	6	50	6067.696	357313.977	
8'	463.63	56.37	6	50	8282.162	439281.354	
9'	460.20	59.8	6	50	9298.900	444513.204	
10'	462.92	57.08	6	50	8487.796	404882.798	4083161.602
11'	465.64	54.36	6	50	7713.684	367101.991	
12'	468.36	51.64	6	50	6976.564	331234.571	
13'	471.07	48.93	6	50	6278.942	297211.086	
14'	473.79	46.21	6	50	5615.670	251258.103	
15'	478.96	41.04	6	50	4456.944	187364.840	
16'	486.08	33.92	6	50	3079.936	124812.750	
17'	493.21	26.79	6	50	1955.000	74629.382	
18'	500.44	19.56	6	50	1073.844	33151.471	
19'	509.74	10.26	6	50	324.729	5412.150	
20'	520.00	0	6	50	0.000	-	

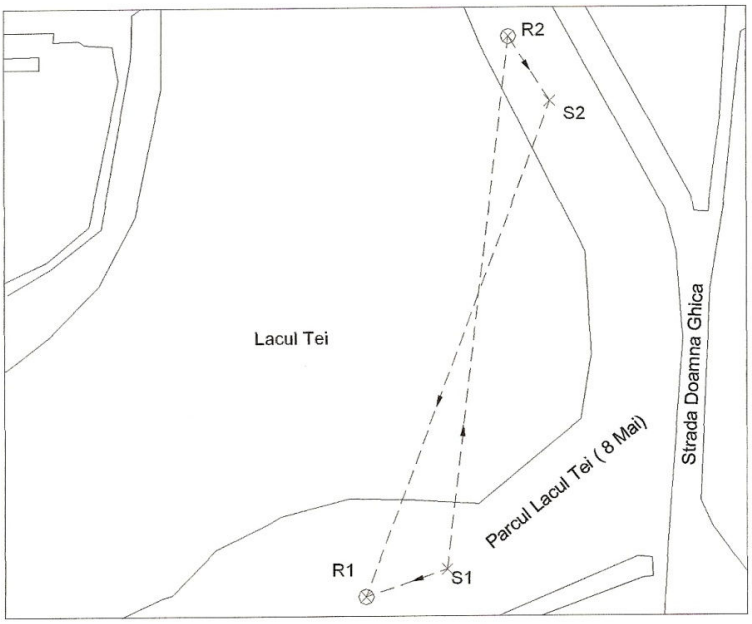
$$V_{baraj} = 4.083.161{,}602 m^3$$

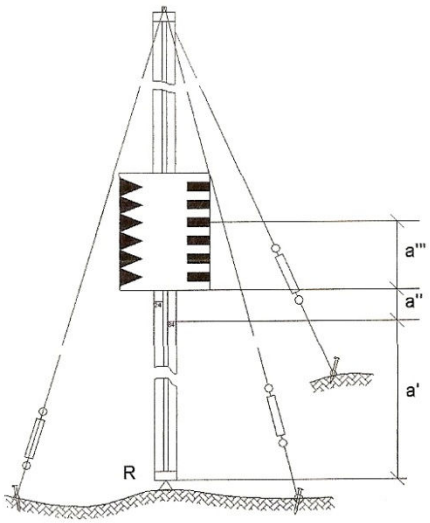

Legenda
Suprafata lacului/rauri
Suprafata N.A.E.
Suprafata n.a.m.
Corp baraj
Curbe de nivel
Universitatea Tehnica de Constructii Bucuresti
Facultatea de Geodezie
Specializarea Cadastru
R.T.S.
Plansa I


Legenda
Rauri
Corp baraj
Suprafete orizontale (S_1,S_2)
Corbe de nivel
Universitatea Tehnica de Constructii
Bucuresti
Facultatea de Geodezie
Specializarea Cadastru
R.T.S.
Plansa
II

Aplicația 3

Pentru legarea altimetrică a unei linii de vizare hidrometrică pentru un post hidrometric pe piloți, se execută mai întâi o transmitere de cotă peste apă de la RN_1, de cotă H_{RN1} = 100,110 m, la RN_2. Pentru transmitere se utilizează instrumente de nivelment de precizie şi mire de invar cu panou, conform schemei de mai jos.





S-au efectuat următoarele determinări:

- Prima serie de observații:

P.S.	P.V.	Citiri pe mira							Citiri		$\Delta H_{RN_1-RN_2}$ [m]
		Apropiata			Departata				a [m]	b [m]	
		Stanga	Dreapta	Control	Panou	b'	b'' [mm]	b''' [mm]			
S_1	RN_1	276979	883481	606502					1.3849	-	0.3364
	RN_2				2	175	74.5	73.21	-	1.0387	
							76.1				
						180	49.7	103.55			
							51.1				
S_2	RN_2	288386	894881	606495					1.4419	-	
	RN_1				5	285	49.1	253.6	-	1.7686	
							50.5				
						290	74.1	284.6			
							75.5				

- A doua serie de observații:

P.S.	P.V.	Citiri pe mira							Citiri		$\Delta H_{RN_1-RN_2}$ [m]
		Apropiata			Departata				a [m]	b [m]	
		Stanga	Dreapta	Control	Panou	b'	b'' [mm]	b''' [mm]			
S_2	RN_2	288132	894627	606495					1.4406	-	0.3360
	RN_1				5	280	105.9	253.6	-	1.7749	
						290	55.6	284.6			
S_1	RN_1	277558	884065	606507					1.3878	-	
	RN_2				2	170	111.5	73.21	-	1.0499	
						180	61.58	103.55			

Din medierea diferențelor de nivel obținute în cele două serii vom obține:

$$\Delta H_{RN1-RN2} = 0{,}3362\ m$$

Cota reperului RN_2 va fi :

$$H_{RN2} = H_{RN1} + \Delta H_{RN1-RN2} = 100{,}110 + 0{,}3362 = 100{,}4462\ m$$

Față de reperul de nivelment RN_2 se execută nivelmentul piloților postului hidrometric, din două stații (datorită malului apei):

P.S.	P.V.	Citiri pe mira		
		Stanga	Dreapta	Control
S_3	RN_2	46862	653372	606510
	P_1	206058	812563	606505
	P_2	317867	924362	606495
	P_3	539332	1145836	606504
	P_4	757870	1364368	606498
S_4	P_4	56375	662871	606496
	P_5	229183	835679	606496
	P_6	366827	973325	606498
	P_7	457919	1064422	606503
	Nl_{apa}	234060	840563	606503

S-au mai măsurat următoarele elemente:

- Distanțele orizontale de la RN_2 la fiecare dintre piloți:
  D_{RN2-P1} = 8,25 m; D_{RN2-P2} = 10,30 m; D_{RN2-P3} = 12,50 m; D_{RN2-P4} = 13,95 m;
  D_{RN2-P5} = 15,75 m; D_{RN2-P6} = 18,15 m; D_{RN2-P7} = 20,25 m;
- Înălțimea *NAE* (Nivelului Apelor Extraordinare) față de Nl_{apa} (Nivelul de lucru al apei în monentul observațiilor) este cu 2,20 m mai sus : $NAE = Nl_{apa} + 2{,}20$ m;
- Înălțimea *nam* (nivelului apelor minime) față de Nl_{apa} (Nivelul de lucru al apei în monentul observațiilor) este cu 1,10 m mai jos: $nam = Nl_{apa} - 1{,}10$ m;

Se cer :

1. să se determine şi să se reprezinte NAE şi nam;
2. să se stabilească cota $H_{"0"grafic}$ a postului hidrometric calculându-se înălțimile piloților deasupra lui „0” grafic;
3. să se întocmească profilul postului hidrometric.

Calcule:

Calculul cotelor piloților şi al cotei nivelului de lucru al apei (H_{Nlapa}) :

P.S.	P.V.	Citiri pe mira			Citiri		H_i [m]	H_V [m]	H_{P_i} [m]
		Stanga	Dreapta	Control	a [m]	b [m]			
S_3	RN_2	46862	653372	606510	0.2343	-	100.4462	100.6806	-
	P_1	206058	812563	606505	-	1.0303			99.6503
	P_2	317867	924362	606495		1.5893			99.0912
	P_3	539332	1145836	606504		2.6967			97.9839
	P_4	757870	1364368	606498		3.7893			96.8912
S_4	P_4	56375	662871	606496	0.2819	-	96.8912	97.1731	-
	P_5	229183	835679	606496	-	1.1459			96.0272
	P_6	366827	973325	606498		1.8341			95.3389
	P_7	457919	1064422	606503		2.2896			94.8835
	Nl_{apa}	234060	840563	606503		1.1703			96.0028

Calculul cotei NAE : $NAE = Nl_{apa} + 2{,}20$ m = 96,0028 + 2,20 = 98,2028 m.

Calculul cotei nam : $nam = Nl_{apa} - 1{,}10$ m = 96,0028 – 1,10 = 94,9028 m.

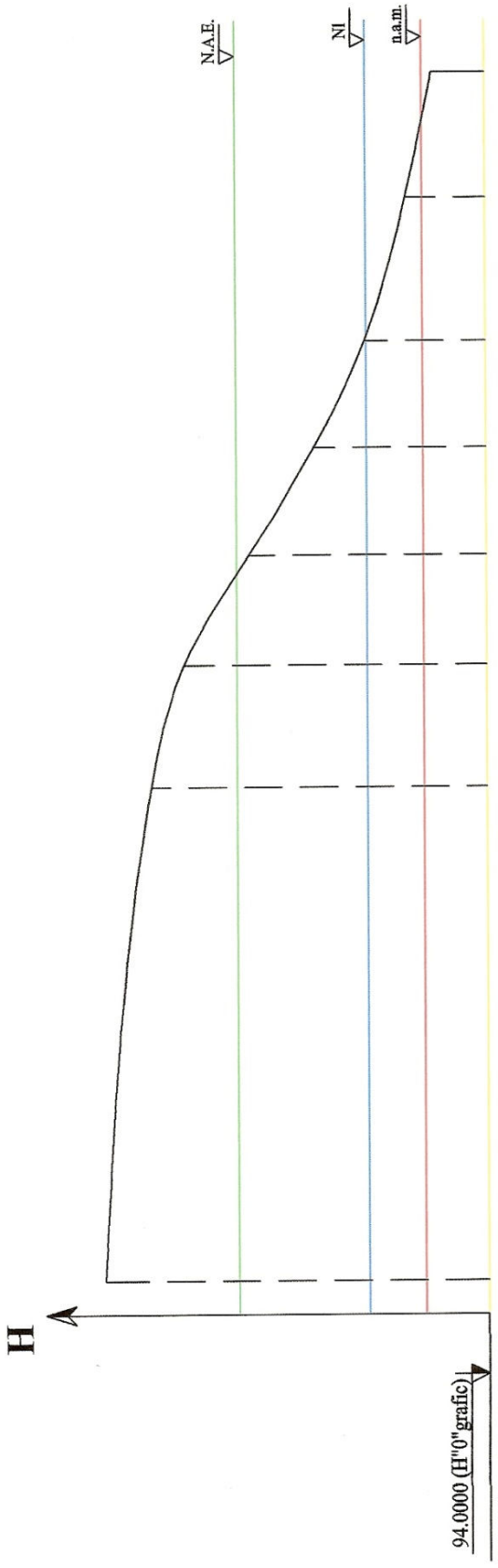
Cota $H_{"0"grafic}$ a postului hidrometric se alege o valoare rotundă la 0,5 m până la 1,0 m sub *nam*, putând rezulta astfel : $H_{"0"grafic}$ = 94,0000 m.

Înălțimile piloților deasupra lui „0” grafic se calculează cu relația : $I_{Pi} = H_{Pi} - H_{"0"grafic}$:

I_{RN2} = 6,4462 m; I_{P1} = 5,6503 m; I_{P2} = 5,0912 m; I_{P3} = 3,9839 m;
I_{P4} = 2,8912 m; I_{P5} = 2,0272 m; I_{P6} = 1,3389 m; I_{P7} = 0,8835 m.

PROFILUL POSTULUI HIDROMETRIC

SCARA 1:100



Numar reperi/piloti	RN2	1	2	3	4	5	6	7
Cota reperi/piloti	100.4462	99.6503	99.0912	97.9839	96.8912	96.0272	95.3389	94.8835
Distanta intre piloti	8.25		2.05	1.85	1.80	1.80	2.40	2.10
Distanta fata de reper	0.00	8.25	10.30	12.15	13.95	15.75	18.15	20.25
Inaltime fata de "0" grafic	6.4462	5.6503	5.0912	3.9839	2.8912	2.0272	1.3389	0.8835

BIBLIOGRAFIE

1. Cristescu, N. **Topografie inginerească.** Editura Didactică şi Pedagogică, Bucureşti, 1978.
2. Coşarcă, C. **Topografie inginerească.** Editura MATRIXROM, Bucureşti, 2003.
3. Dragomir, P., Mihăilescu, D., Tămâioagă,G., Țurcanu, R., **Topografie inginerească.** Editura CONSPRESS, Bucureşti, 2000.
4. Fotescu, N. **Teoria erorilor şi metoda celor mai mici pătrate.** Institutul de Construcții Bucureşti, 1983.
5. Ghițău, D. **Geodezie şi gravimetrie geodezică.** Editura Didactică şi Pedagogică, Bucureşti, 1983.
6. Neamțu, M., Ulea, E., Atudorei, M., Bocean, I. **Instrumente topografice şi geodezice.** Editura tehnică, Bucureşti, 1982.
7. Nistor, Gh. **Teoria prelucrării măsurătorilor geodezice**. Universitatea Tehnică "Gheorghe Asachi", Iaşi, 1996.
8. Sărăcin, A. **Tehnologii topografice utilizate la trasarea, dirijarea şi execuția construcțiilor subterane.** Teză de doctorat, U.T.C. Bucureşti, 2000.
9. Sărăcin, A. **Topografie - Note de curs şi aplicații.** Editura MATRIXROM, Bucureşti, 2005.
10. Ulea, E., Tămâioagă,G., Onose, D., Țurcanu, R., Neuner, J., Feldioreanu, I. **Indrumător pentru lucrări şi practică de topografie.** Institutul de Construcții Bucureşti, 1984.
11. Ursea, V., Coşarcă, C., Sărăcin, A. **Considerații teoretice şi aplicative privind măsurătorile 3D cu stații totale inteligente.** Simpozion aniversar "50 de ani de la înființarea Facultății de Geodezie", Bucureşti, 1998.
12. Ursea, V., Mihăilescu, D., Nicolae-Posescu, M., Dragomir, P., Popescu, D. **Topografie inginerească; Îndrumător de lucrări practice şi proiect**. Institutul de Construcții Bucureşti, 1986.
13. Ursea, V., Coşarcă, C., Sărăcin, A. **Experimentarea tehnologiei GPS la realizarea rețelei de urmărire a deplasărilor Ecluzei Agigea.** Simpozionul Internațional "Aplicațiile tehnologiei GPS", Bucureşti, 1995.
14. X X X **Măsurători terestre-Fundamente, vol. I, II, III.** Editura MATRIXROM, Bucureşti, 2002.
15. X X X **Manualul inginerului geodez, vol. I, II III.** Editura tehnică, Bucureşti, 1972 – 1974.